



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

MARICLEIA NERI DOS SANTOS MOREIRA

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA
EM IMÓVEIS URBANOS EM SENHOR DO BONFIM-BAHIA**

**SENHOR DO BONFIM-BA
2023**

MARICLEIA NERI DOS SANTOS MOREIRA

**AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA
EM IMÓVEIS URBANOS EM SENHOR DO BONFIM-BAHIA**

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Senhor do Bonfim-Bahia, como requisito para obtenção do título de Licenciada em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Hees de Negreiros.

**SENHOR DO BONFIM-BA
2023**

Moreira, Maricleia Neri dos Santos

M835a Avaliação da viabilidade do aproveitamento de água da chuva em imóveis urbanos em Senhor do Bonfim-Bahia/ Maricleia Neri dos Santos Moreira.– Senhor do Bonfim-BA, 2023.

80 f.: il.; 29 cm

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia.) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Senhor do Bonfim-BA, Senhor do Bonfim-BA, 2023.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Hees de Negreiros.

1. Senhor do Bonfim-BA - Uso de água da chuva - Estudo. 2. Água - Economia. 3. Água - Sistema de captação, - Análise. I. Título. II. Negreiros, Gustavo Hees de (Orient.). III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 628.144

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF

Bibliotecário: Fábio Santiago

CRB5/1785

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
CURSO DE GRADUAÇÃO LICENCIATURA EM GEOGRAFIA

FOLHA DE APROVAÇÃO


Maricleia Neri dos Santos Moreira

Avaliação da viabilidade do aproveitamento de água da chuva em imóveis urbanos em Senhor do Bonfim-Bahia.


Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Geografia, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF.

Aprovado em: 12 de dezembro de 2023.


Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **GUSTAVO HEES DE NEGREIROS**
Data: 07/02/2024 10:33:13-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

(Gustavo Hees Negreiros, doutor, UNIVASF-Campus-Senhor do Bonfim-BA).

Documento assinado digitalmente
 **SIRIUS OLIVEIRA SOUZA**
Data: 07/02/2024 16:26:30-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

(Sirius Oliveira Souza, doutor, UNIVASF-Campus-Senhor do Bonfim-BA).

Documento assinado digitalmente
 **MARCOS PAULO SOUZA NOVAIS**
Data: 20/02/2024 14:18:08-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

(Marcos Paulo Souza Novais, doutor, UNEB-Jacobina-BA).

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, Maria Neri dos Santos, minhas irmãs Cleilda Neri, Genice Neri, Cleonice Neri que sonharam esse sonho comigo, sempre com uma palavra de incentivo, e às minhas filhas, Layra Kewry Neri Moreira e Ágatha Alícia Neri Moreira, que são as maiores impulsionadoras da minha força e vitórias.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me manter de pé, mesmo quando quis desistir, me dando força, coragem, saúde para perseverar até o final.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco e a todos os funcionários, que de alguma maneira contribuíram para a minha formação e pesquisa.

A todos os professores do curso que com sua dedicação e compromisso contribuíram com a minha evolução, e formação como pessoa, cidadã.

Ao Prof. Dr. Gustavo Hees Negreiros, pela sua orientação, paciência e prontidão.

Aos colegas da turma que sempre estiveram prontos a me ajudar, e que cresceram junto comigo ao longo desses anos, passando pelas mesmas dificuldades e felicidades.

Às minhas amigas Cacilda Souza e Ligiane Monteiro, pela amizade, companheirismo, cumplicidade e afeto; à Vanicleia Rodrigues, Natan França, Eliel Araújo pela ajuda nos trabalhos.

Aos donatários dos imóveis que se disponibilizaram a prestar as informações necessárias para esta pesquisa.

À minha família, principalmente às minhas filhas e meu marido, Alexsandro Cardoso Moreira, pela paciência e compreensão.

A minha mãe Maria Neri dos Santos, e a meus irmãos, mesmo que eu não os encontre todos os dias, são pessoas que confio e sei que posso contar sempre que precise.

À todas as amigas e amigos que sentiram a minha falta e questionaram minha ausência, mas que entenderam, respeitaram e me apoiaram.

Às minhas comadres Masinha Alves e Barbara Lisboa, e minhas amigas Claudia Tavares e Thelma Vieira, que sempre que precisei, estiveram prontas á me ajudar.

"A clarividência é uma virtude que se adquire pela intuição, mas sobretudo pelo estudo e tentar ver a partir do presente o que se projeta no futuro".

Milton Santos

RESUMO

Mesmo com os constantes conflitos e escassez de água, gerados pelos seus diversos usos, observa-se que nos centros urbanos nordestinos não há programas ou incentivos governamentais para o uso de tecnologias que amenizem os impactos causados pela escassez do recurso como ocorrem em algumas áreas rurais com o uso da água de chuva através de um sistema de captação. Diante dessa realidade, este trabalho tem como objetivo principal avaliar potenciais de economia de água potável com o uso de água da chuva em imóveis urbanos de diferentes tipologias de uso com a finalidade de verificar a viabilidade de implantação do sistema. Realizou-se o estudo em 24 imóveis pertencentes as seguintes categorias: Públicos, comerciais, residenciais este último foi subdividido em maiores e menores de acordo com a metragem da área construída. Foram realizados cálculos de produção de água dos telhados multiplicando a média anual de chuva pelo tamanho do telhado, calculando a possível economia na conta, em metros cúbicos e em reais, através das tarifas fixas da Embasa, analisando assim a viabilidade econômica. E para comparar essa viabilidade entre as tipologias, foi realizada a somatória de todos os custos dos materiais, para estimar o custo do sistema com o valor economizado anualmente. Foi realizado uma simulação do tempo de retorno do investimento, todo o processamento dos dados foi na plataforma *Excel*. Ao analisar as quatro tipologias de uso dos imóveis em estudo, observou-se uma economia financeira na conta dos imóveis com uso de água de chuva captada pelos telhados das construções, considerando a viabilidade de implantação do sistema nas residências maiores não demonstraram viabilidade levando em conta a durabilidade do sistema. Portanto, foi possível verificar que há viabilidade econômica no aproveitamento e uso da água de chuva nos imóveis no município de Senhor do Bonfim.

Palavras-chave: Economia de água; uso de água da chuva; sistema de captação, Senhor do Bonfim.

ABSTRACT

Despite the constant conflicts and water scarcity caused by its various uses, it is observed that there are no government programs or incentives for the use of technologies that mitigate the impacts of water scarcity in urban centers in the Northeast of Brazil, as is the case in some rural areas with rainwater harvesting systems. In light of this reality, the main objective of this study is to evaluate and compare the potential savings of potable water through the use of rainwater in urban properties of different typologies and assess the feasibility of implementing such a system. The study was conducted on 24 properties belonging to the following categories: public, commercial, and residential (subdivided into larger and smaller properties based on the size of the built area). Calculations were made to estimate water production from rooftops by multiplying the average annual rainfall by the roof size. The potential savings in cubic meters and monetary value were calculated based on the fixed rates of Embasa (the local water supply company), thus analyzing the economic viability. To compare the viability among typologies, all material costs were summed, and the cost of the system was estimated based on the annual savings. A simulation was performed to determine the payback period, with all data processing done using Excel. Upon analyzing the four typologies of properties studied, significant monetary savings were observed in properties that used rainwater captured from rooftops. However, when considering the durability of the system, it was determined that implementing it in larger residential properties was not viable. Therefore, it was concluded that there is economic viability in harvesting and using rainwater in properties in the municipality of Senhor do Bonfim.

Key-words: Water savings; rainwater utilization; capture system, Senhor do Bonfim.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização do Município de Senhor do Bonfim a Barragem de Ponto Novo	17
Figura 2 -	Captação de água da chuva de acordo com Norma NBR 15527/2007	32
Figura 3 -	Geolocalização de Senhor do Bonfim no contexto baiano.	35
Figura 4 -	Quantitativo do consumo médio mensal por tipo de imóvel em metros cúbicos (m ³)	46
Figura 5 -	Quantitativo do custo médio mensal por tipo de imóvel em reais (\$)	47
Figura 6 -	Precipitação média anual no período de 2010 a 2021.	48
Figura 7-	Produção Potencial média de água da chuva pelos telhados dos imóveis Públicos	49
Figura 8-	Produção Potencial média de água da chuva pelos telhados dos imóveis Comerciais	49
Figura 9 -	Produção Potencial média de água da chuva pelos telhados dos imóveis residenciais Maiores	50
Figura 10-	Produção Potencial média de água da chuva pelos telhados dos imóveis Menores	50
Figura 11-	Percentual do consumo mensal atendido pelos telhados dos imóveis de uma forma geral (todos os quatro tipologias juntas)	53
Figura 12-	Economia potencial média em reais na conta de água dos imóveis Públicos	54
Figura 13-	Economia potencial média em reais na conta de água dos imóveis Comerciais	54
Figura 14-	Economia potencial média em reais na conta de água dos imóveis residenciais Menores	55
Figura 15-	Economia potencial média em reais na conta de água dos imóveis residenciais Maiores	55
Figura 16-	Tempo médio geral de retorno de investimento para os imóveis Públicos com Desvio Padrão para +/- na economia	59
Figura 17-	Tempo médio geral de retorno de investimento para os imóveis comerciais com Desvio Padrão para +/- na economia	59
Figura 18-	Tempo médio geral de retorno de investimento para os imóveis residenciais menores com Desvio Padrão para +/- na economia	60
Figura 19-	Tempo médio geral de retorno de investimento para os imóveis residenciais maiores com Desvio Padrão para +/- na economia	60

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 -	Vantagens e desvantagens do aproveitamento de águas da chuva	31
Tabela 2 -	Nomenclatura abreviada dos imóveis	37
Tabela 3 -	Total da área de telhados dos imóveis em estudo	39
Tabela 4-	Tarifas cobradas pelo consumo em m ³ pela água por cada tipologia de uso	40
Tabela 5 -	Pontos de demanda do uso de água nos imóveis	45
Tabela 6-	Potencial de economia de água que a produção do telhado pode representar em relação ao consumo	51
Tabela 7-	Valores médio pago na conta sem o uso, e com o uso de água da chuva nos imóveis.	56
Tabela 8-	Estimativa do volume e quantidade de reservatórios para cada imóvel	57
Tabela 9	Quantitativo do consumo médio de água m ³ e reais em seis meses nos imóveis	77
Tabela 10	Precipitação mensal acumulada de Senhor do Bonfim no período de 12 anos	78
Tabela 11	Custos estimados para montagem do sistema de aproveitamento e uso de água dos telhados para cada imóvel estudado por tipologia de uso	79
Tabela 12	Médias gerais dos valores economizados e custo do sistema ao longo de 20 anos.	80

LISTAS DE ANEXOS

Anexo 1	Solicitação de autorização para pesquisa acadêmico-científico	
Anexo 2	Questionário de imóveis Públicos	
Anexo 3	Questionário de imóveis Comerciais	
Anexo 4	Questionário de imóveis Residenciais menores e maiores	
Anexo 5	Tabela 9: Quantitativo do consumo médio de água m ³ e reais em seis meses dos imóveis	
Anexo 6	Tabela 10: Precipitação mensal acumulada de Senhor do Bonfim no período de 12 anos	
Anexo 7	Tabela 11: Custos estimados para montagem de um sistema de aproveitamento e uso de água dos telhados para cada imóvel estudado por tipologia de uso.	
Anexo 8	Tabela 12: Médias gerais os valores economizados e custo do sistema ao longo de 20 anos	

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamentos S.A
ABNT	Associação Brasileira de Normas de trabalho
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
IBGE	Instituto brasileiro Geografia e Estatística
INEMA	Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
INPE	Instituto Nacional Pesquisas Espaciais
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ABESP_SP	Associação Brasileira Engenharia Sanitária e Ambiental de São Paulo
OMS	Organização Mundial de Saúde
P1MC	Programa 1 milhão de Cisterna
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis
ANA	Agencia Nacional de Águas e Saneamento Básico
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
CONDEL	Conselho Deliberativo da Sudene
SIHS	Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento
CEBDS	Conselho Empresarial Brasileiro para Desenvolvimento Sustentável
IP	Imóveis Públicos
IC	Imóveis Comerciais
IR	Imóveis Residenciais (Maiores e Menores)
BA	Bahia

LISTA DE SÍMBOLOS

=	Igual
x	Multiplicação
+	Mais
\$	Cifrão (símbolo universal do dinheiro)
/	Divisão
%	Porcentagem
>	Maior
m ³	Metro cúbico
m ²	Metro quadrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	JUSTIFICATIVA	22
3	OBJETIVOS	23
3.1	OBJETIVO GERAL	23
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	24
4.1	DISTRIBUIÇÃO HÍDRICA NO BRASIL	24
4.1.1	Uso/reuso da água	25
4.1.2	Legislação e Normas	26
4.2	O USO/REUSO DA ÁGUA EM ÁREAS URBANAS.....	28
4.2.1	Critérios de utilização de água em imóveis	29
4.2	UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA NOS IMÓVEIS.....	30
4.3	CONTEXTO DO MUNICÍPIO DE SENHOR DO BONFIM	33
5	METODOLOGIA	35
5.1	IDENTIFICAÇÃO DOS QUANTITATIVOS E QUALIFICAÇÃO DOS USOS DE ÁGUA	37
5.1.1	Seleção dos imóveis	37
5.1.2	Números de usuários, levantamento do consumo e fontes de abastecimentos.	38
5.2	DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA	38
5.2.1	Dados meteorológicos	38
5.2.2	Calculando a produção de água do telhado	38
5.3	ANALISANDO A VIABILIDADE ECONÔMICA NA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA 39	
5.3.1	Percentual de economia possível de água em m³	39
5.3.2	Economia na conta em reais (R\$)	39
5.4	ESTIMANDO O CUSTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO.....	41
5.4.1	Dimensionamento do reservatório	41
5.4.2	Cálculos dos custos dos materiais para implementação do sistema	42
5.5	COMPARANDO A VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE ÁGUA ENTRE AS DIFERENTES CATEGORIAS DOS IMÓVEIS.....	42

5.5.1	Cálculos da comparação de viabilidade econômica para cada tipologia de uso.....	43
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
6.1	IDENTIFICAÇÃO DO QUANTITATIVO E QUALIFICAÇÃO DOS USOS DE ÁGUA.....	44
6.1.1	Seleção e ordenamento dos imóveis.....	44
6.1.2	Caracterização do consumo e abastecimentos	44
6.2	DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA E IDENTIFICAÇÃO POSSÍVEIS PONTOS DE REUSO DE ÁGUA.....	47
6.2.1	Dados Meteorológicos.....	47
6.2.2	Calculando a produção de água do Telhado.....	48
6.3	ANALISANDO A VIABILIDADE ECONOMICA NA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA 51	
6.3.1	Percentual de economia em M³ na conta	51
6.3.2	Economia possível na conta em reais (\$).....	53
6.4	ESTIMANDO A VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE USO DE ÁGUA DOS IMÓVEIS ESTUDADOS	56
6.4.1	Dimensionamento do reservatório	57
6.4.2	Cálculos os custos de materiais para implementação do sistema	58
6.4.3	Estimando de viabilidade econômica para cada tipologia de uso	58
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
	REFERÊNCIAS	64
	ANEXOS	70

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a região semiárida brasileira abrange oficialmente 1.427 municípios inseridos nos estados do nordeste e parte do norte de Minas Gerais e Espírito Santo, considerando a delimitação divulgada em 2021 (Resolução Condrel/Sudene de nº 150 de 13 de dezembro 2021). Esta região tem como principal característica climática a instabilidade temporal e espacial das chuvas em associação com altas temperaturas, médias anuais entre 23°C 27°C, e altas taxas de evaporação média de 2000 mm/ano, apresentando uma precipitação anual igual ou inferior 800 milímetros (Sudene, 2021).

A alta taxa de evaporação e a baixa precipitação produzem déficits hídricos normalmente acima de 1.500 mm/ano (Cavalcante; Vasconcelos, 2016) que caracterizam a região. Esta situação impõe ao semiárido, escassez hídrica significativa, ocasionando mananciais com reservas de água insuficientes para as diversas atividades humanas, principalmente para o abastecimento de água potável para o consumo da população humano.

Diversos são os programas implantados no semiárido brasileiro que tem possibilitado uso racional e sustentável da água. O *Proágua Semiárido* de 1998 (estruturado pela Agência Nacional da Água – ANA), o *Água para Todos* (Decreto nº7. 535, 26 de junho de 2011 do Governo Federal), são dois exemplos. Estes programas estão voltados prioritariamente para áreas rurais da região (Brazão; Silva, 2020). Entretanto, os problemas causados pela distribuição desigual da água no tempo e no espaço, somados a outros fatores (poluição da água, desperdícios, etc.) tem como consequência final a falta de água limpa nas torneiras das cidades e meio rural (Rebouças, 2001).

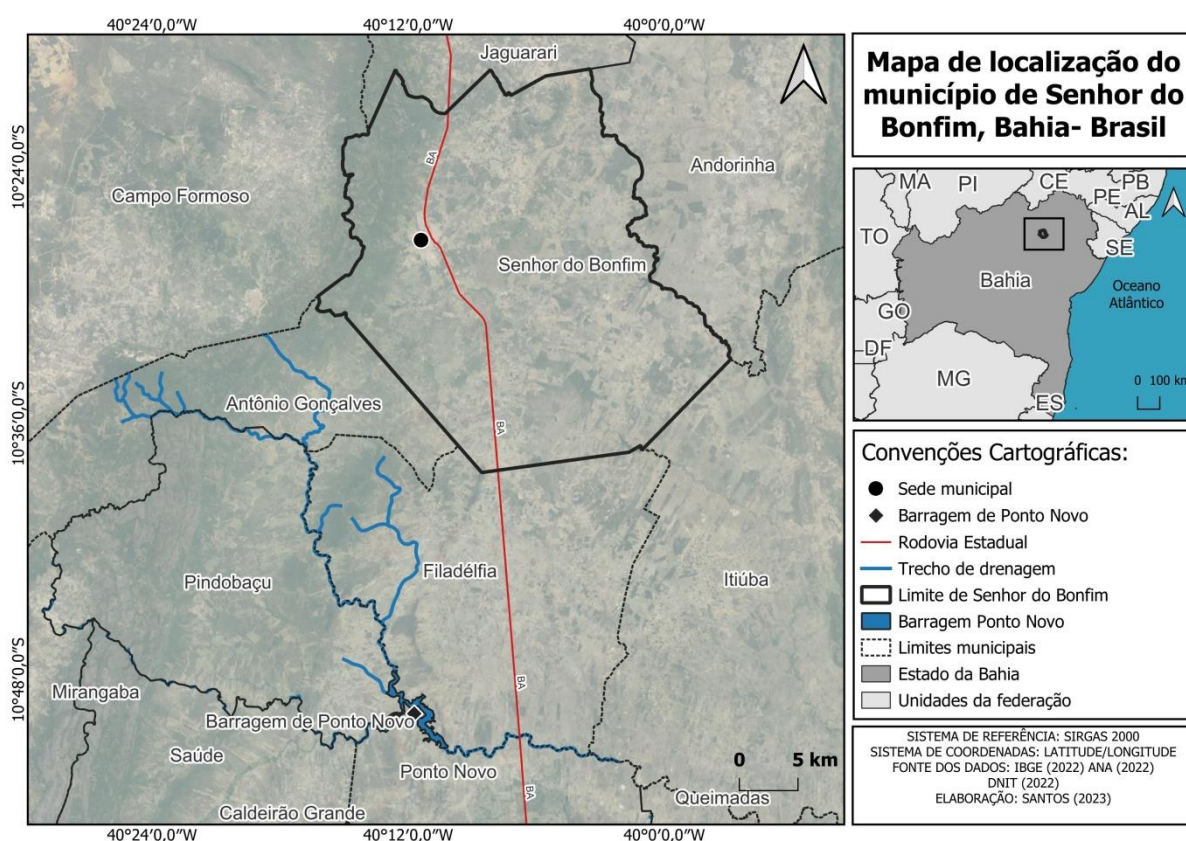
Apesar das áreas urbanas do semiárido sofrerem constantemente com as estiagens e conflitos gerados pela escassez de água, tanto quanto as áreas rurais, não há programas ou incentivos governamentais para uso de tecnologias que amenizem os impactos causados pela escassez dos recursos hídricos que as cidades sofrem.

As cidades são abastecidas pelas águas produzidas nas áreas rurais, o que representa um alto custo econômico, ambiental e social, de captação, tratamento e transporte desta água até o ambiente urbano. Sendo o segundo maior uso do país, o abastecimento urbano é responsável por cerca de 23,8% do consumo global de água

(ANA, 2019). O constante crescimento populacional faz crescer a demanda por diversos recursos, ocasionando uma disputa por água com usos agrícolas, que consome cerca 72% do recurso (EOSCONSULTORES, 2023) causando uma maior pressão nos mananciais mais importantes do país. Com o conflito crescente, qualquer redução do consumo, ajuda a diminuir o stress no sistema. Muitos municípios do semiárido brasileiro a cada ano que passa sofrem com conflitos relacionados a água ocasionando diversos transtornos sociais e econômicos para os municípios.

Com aproximadamente 74.523 mil habitantes (IBGE, 2022) o município de Senhor do Bonfim é abastecido em grande parte (principalmente a área urbana) pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento (**EMBASA**) com água proveniente da barragem de Ponto Novo, localizada no município que recebe o mesmo nome, distante cerca 45Km de Senhor do Bonfim (Figura 1) (Cidade Brasil, 2021).

Figura 01: Localização do Município de Senhor do Bonfim a Barragem de Ponto Novo



Fonte: IBGE; ANA; DNIT (2022), Elaborado Santos, 2023.

Localizado no norte baiano, o município de Ponto Novo surgiu a margem do rio Itapicuru-açu em 1946, torna-se sede 1993. Hoje com uma área territorial de 530,144

km², e população 17.938 pessoas (IBGE, 2022) o município é onde a barragem se localiza.

A barragem de Ponto Novo, inaugurada em 1999 tinha como principal função abastecer ao projeto de irrigação e o consumo humano nos municípios de Ponto Novo e Filadélfia, no entanto com a construção da adutora que liga a barragem de Ponto Novo ao município de Senhor do Bonfim em 2017, passou a abastecer cerca de 217 mil habitantes em oito (8) municípios da região (SIHS, 2020) que sofrem com seus problemas locais de estiagem, além de suprir água para o projeto de irrigação do município de Ponto Novo. A alta demanda sobre os recursos hídricos da barragem de Ponto Novo, fez com que repetidos conflitos ocorressem sobre seus recursos, principalmente nos momentos de seca e escassez características da região, desde sua construção em 1999 (Topázio, 2017; Silva, 2020).

Dois períodos de seca recentes marcaram a região e foram chaves para transformação de Ponto Novo em principal manancial de abastecimento de Senhor do Bonfim e outros municípios, 2012-13 e 2017. Em 2013, agricultores de Ponto Novo revoltados com a interrupção no abastecimento de água causado pela seca, romperam a então recém-construída adutora que liga a barragem de Ponto Novo ao município de Senhor do Bonfim – BA para atender a demanda daquele município (G1 BA, 2013). A adutora construída de forma emergencial é hoje a principal forma de abastecimento de Senhor do Bonfim e os municípios vizinhos de Jaguarari e Andorinha entre outros.

Já na seca de 2017, o Governo do Estado da Bahia fechou a barragem para manter os recursos hídricos e o abastecimento urbano durante esse período, o que ocasionou crises e manifestações de comunidades à jusante da barragem, que reclamavam a falta de manutenção da vazão regularizada (G1 BA, 2017). Sem água para sua manutenção o perímetro irrigado de Ponto Novo fechou em 2017, ocasionando o abandono de áreas de empresas e produtores da região (Ponto Novo notícias, 2017).

O perímetro irrigado somente foi reaberto no fim de 2018, com a regularização das chuvas, e depois da construção do *Fusegate* tecnologia francesa que proporcionou um acréscimo ao volume armazenado na barragem (Ponto Novo notícias, 2018). Porém o aumento da demanda por água na Barragem aumentou com a construção de novas adutoras que fez com que a mesma barragem abastecesse a partir de 2020 mais de 500.000 habitantes em 32 municípios (Bonfim notícias, 2019). Com o aumento da demanda novas crises de abastecimento são esperadas com as já conhecidas e recorrentes estiagens da região (CBHI, 2019).

Segundo Gohringer (2006), o consumo de água no setor doméstico aumenta correspondentemente ao nível de urbanização das cidades, o que provoca maiores gastos de água nos municípios (creches, escolas, prédios públicos e residências que possuem piscinas, grandes jardins, etc.). Assim, o consumo urbano só aumenta com a intensificação do processo de urbanização que vêm ocorrendo no município de Senhor do Bonfim e outras cidades hoje abastecidas pela mesma barragem. Intensificando a situação de stress, principalmente na possibilidade de outra seca, que pelas características do clima regional, podem ser esperadas a qualquer ano.

Com a implantação de conjuntos habitacionais do programa “Minha Casa Minha Vida” nos anos 2011 a 2016 um total de 2.148 novas moradias foram acrescentadas na área urbana de Senhor do Bonfim (Bonfim notícias, 2016). Além dos conjuntos supracitados, outras áreas foram modificadas pelo setor privado com um padrão arquitetônico diferenciado em localizações mais centralizadas, a exemplo do Parque da Cidade constituído por residências de poder aquisitivo mais alto. Tudo isso provoca o crescimento do consumo de água na cidade de Senhor do Bonfim e outros núcleos urbanos da região, causando uma maior pressão nos mananciais da barragem de Ponto Novo.

De forma complementar, a falta de saneamento básico em grande parte da área urbana do município de Senhor do Bonfim, bem como, praticamente todas as áreas urbanas inseridas na bacia do Itapicuru, agrava o problema do abastecimento de água, já que antigos córregos e fontes de abastecimento de água locais são comprometidos com a poluição por esgotos domésticos e industriais que não recebem devido tratamento. O município de Senhor do Bonfim conta apenas com três pequenas estações de tratamento de esgoto que atendem os novos projetos de desenvolvimento da “Minha Casa Minha Vida” e um terceiro particular. A Barragem da Suíça e o riacho do Grunga, que historicamente abasteciam parte da cidade de Senhor do Bonfim, hoje estão parcialmente comprometidos devido ao mau uso dos recursos naturais pela população local e deixaram de ser utilizados para o abastecimento de água (Silva; Silva; Silva, 2013).

Contribuem ainda com a pressão sobre os mananciais, o desperdício na distribuição e o mau uso da água tratada que chega a Senhor do Bonfim. Segundo a Embasa, a taxa de desperdício de seu sistema é de aproximadamente 19,76% ainda que menor que a média nacional, (que é de 50%) é significativa (INEMA, 2018) ou seja,

para cada metro cúbico (1000 litros) que sai da Barragem de Ponto Novo, 200 litros não chegam aos seus consumidores.

Já o desperdício do consumidor final, que muitas vezes se utiliza da água de forma inconsequente, desperdiçando água tratada para lavar calçadas, automóveis e outros usos dispensáveis, aumenta a pressão do consumo urbano. Para Oliveira *et al.* (2007) independente da tipologia do imóvel, o consumo total de água, é o conjunto de uma parcela efetivamente utilizada e a outra desperdiçada, e ainda, que a utilizada nas atividades diárias, e as desperdiçadas são as de uso inadequadas ou de vazamentos.

A média de consumo por habitante na região de Senhor do Bonfim, no entanto, não é alta, é de aproximadamente 101,70 litros por dia por pessoa atendida (INFOSANBAS, 2023), sendo 10 mil litros por mês, menor, que o indicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como necessidade de consumo diário, 110 litros por dia, por habitantes (INFOSANBAS, 2023). Mesmo assim, o aumento da pressão nos mananciais gera mais conflitos hídricos, e induz a pressão para mais obras hídricas como a construção de mais barragens, e projetos de transposição, como o Canal do Sertão, hoje sendo discutidos para a região (CODEVASF, 2023).

O aproveitamento das águas pluviais e o reuso de água surgem como alternativas para a diminuição na pressão sobre os recursos hídricos, pois segundo Rodrigues (2005) o reuso da água atua em dois aspectos: na redução do consumo de água potável e como recurso hídrico complementar, o que possibilita o uso de águas de qualidade para fins mais nobres, reduzindo a pressão sobre os mananciais. O uso das águas das chuvas (aproveitamento) como o reuso da água, atendem a prerrogativas de sustentabilidade dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que foram definidos pelas Organizações das Nações Unidas na cúpula 25-27 de setembro 2015.

Em conformidade, com os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável-ODS, o uso da água tem relação direta com o 6º objetivo (água e saneamento para todos) com destaque para suas metas de número 6.4 e 6.b onde o objetivo é assegurar disponibilidade e gestão sustentável da água (CEBDS, 2022).

A meta 6.4 indica que deve aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir o número de pessoas que sofrem com a escassez de água. A meta 6.b indica que deve apoiar e fortalecer a

participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento (ODS, pag.27; 2015). Neste contexto, o uso da água (aproveitamento de água da chuva) se apresenta como uma importante ferramenta para alcançar essas metas, assegurando a retiradas sustentáveis, minimizando a escassez e melhorando a gestão da água.

Portanto, o uso de águas das chuvas e a prática de reuso de águas para fins menos restritivos, pode proporcionar benefícios significativos não somente ambientais, mas também econômicos (Chaves; Martins; Bueno, 2015). Pereira; Pasqualetto; Minami (2019) afirmam que ao liberar as fontes de boa qualidade para o abastecimento público e outros usos prioritários, isso irá contribuir para conservação, redução de demanda sobre os recursos, acrescentando uma dimensão econômica ao planejamento dos recursos hídricos.

Mesmo diante deste cenário, observa-se que na área urbana do município de Senhor do Bonfim, como outras áreas urbanas da região, poucas pessoas tem o hábito e prática de reaproveitar as águas da chuva, bem como de fazer o reuso de água de qualidade inferior para usos com finalidades não potáveis.

Neste contexto, avaliar a viabilidade de implantação de tecnologias para o uso de águas das chuvas em construções de diferentes tamanhos na cidade de Senhor do Bonfim – BA se torna interessante ambientalmente e economicamente, sobretudo no que diz respeito à preocupação com a sustentabilidade, a redução na pressão sobre a barragem de Ponto Novo, o planejamento urbano, e com as populações das gerações futuras.

2 JUSTIFICATIVA

Quando se fala em escassez de recursos hídricos, formas de economizar a água, a coleta de águas da chuva e o reuso de água, são prioridades, sendo alternativas eficientes para economia, conservação e diminuição na demanda sobre os recursos hídricos (Pereira; Pasqualetto; Minami, 2019). Em conformidade, Costa (2019, p.13) afirma que “(...) o aproveitamento (uso) de águas pluviais, o reuso das águas cinza e instalação de componentes economizadores são formas de diminuir os problemas de disponibilidade de água potável”.

Os telhados e áreas impermeáveis de coberturas de áreas construídas que se multiplicam nas áreas urbanas, são excelentes meios de captação de água da chuva, que podem ser armazenadas para diferentes usos domésticos, reduzindo o volume de água afluyente no sistema, como a demanda por água tratada (Farias, 2012). No entanto, há muita discussão sobre a viabilidade econômica destes sistemas em áreas urbanas.

Segundo Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Cetesb (2019), para a realidade do Estado de São Paulo, o baixo custo da água nas cidades, pelo menos para as residências, inviabiliza o uso da água da chuva, e o reuso de águas domésticas, sendo indicado somente para ambiente rural, chácaras, condomínios e indústrias. A Cetesb (2019) indica que isto se deve ao fato da relação entre o volume do consumo e tamanho das áreas cobertas e impermeabilizadas.

No entanto, a variabilidade climática do Semiárido, sua baixa disponibilidade hídrica, atrelado aos problemas de abastecimento da região, pode transformar o relativo custo ambiental e econômico do abastecimento hídrico fazendo com que a viabilidade econômica das tecnologias de uso e reuso de água sejam maiores.

Assim, a análise comparativa da viabilidade de uso de águas pluviais em construções de diferentes tamanhos e tipologias de uso na área urbana de Senhor do Bonfim pode ser uma ferramenta para identificar e avaliar a viabilidade econômica e ambiental do uso destas tecnologias na redução da pressão sobre os mananciais hídricos de abastecimento.

Sendo assim, a questão central deste trabalho focou na viabilidade econômica de uso de água pluviais em imóveis urbanos em Senhor do Bonfim, buscando compreender se esta viabilidade está relacionada às diferentes formas de uso e tamanhos das áreas impermeáveis dos imóveis.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a viabilidade econômica do uso de água das chuvas em imóveis urbanos de diferentes tipologias de uso no município de Senhor do Bonfim-BA.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar e qualificar os usos de água nos imóveis urbanos de Senhor do Bonfim por tipologias de uso do imóvel;
- Determinar o potencial de captação de águas, e identificar os possíveis pontos para prática;
- Analisar a viabilidade econômica da utilização do sistema de uso de água das chuvas;
- Comparar a viabilidade econômica da implantação do uso de água entre as diferentes tipologias de uso identificando o potencial de redução na pressão de consumo em cada caso.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 DISTRIBUIÇÃO HÍDRICA NO BRASIL

O Brasil é considerado um país privilegiado por possuir uma das maiores reservas de água doce do planeta, cerca de 14% das reservas mundiais (Tundisi, 2010). Segundo Rebouças (2003), isso acontece devido à abundância pluviométrica que varia sobre mais de 90% do território brasileiro, entre 1.000 e mais de 3.000 mm/ano, mas segundo Rebouças (2003) mesmo com o privilégio de ser um dos países mais ricos em água doce do planeta, as pessoas enfrentam crises hídricas de abastecimento. O que acontece no Brasil não é diferente dos outros países, onde também acontece uma desigual distribuição de água, existem áreas ricas em água doce com menor número de habitantes e áreas com um número bastante elevado de habitantes e pouca água doce disponível.

O Nordeste brasileiro não é menos privilegiado por essas dificuldades, pelo contrário ele tem um agravante, está longe das maiores fontes d'água, a maioria dos rios são sazonais e intermitente, onde concentra uma parte considerável da população brasileira, essa região juntamente com Sul e Sudeste possui 85,5% da população do país, com disponibilidade de água de apenas 11% de toda água doce do país (Brito; Alves; Sabbag, 2001). Com uma área de quase um milhão de quilômetros quadrados, que abrange 1.427 municípios (Sudene, 2021), uma região de dimensão populacional com histórico de escassez hídrico faz da discussão sobre o uso/reuso de água uma política relevante e urgente (Brazão; Silva, 2020).

As secas e as estiagens são uns dos tipos de desastres considerados mais recorrentes no Brasil, representando 54% dos desastres registrados em todo o país. Com destaque para a região Nordeste que é a mais afetada por esses tipos de desastres segundo Atlas Brasileira de Desastres Naturais (2012).

A maior parte das empresas que é responsável pelo tratamento e distribuição da água para as áreas urbanas não tratam o esgoto, causando assim a poluição dos nossos rios, já que os mesmos acabam sendo despejados *in natura* na rede de drenagem pluvial (Rebouças, 2003).

Uma recente pesquisa realizada pelo IBGE (2023) em parceria com Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, que traz informação sobre o estoque

de recursos hídricos e contribuição da água para as atividades econômicas e familiar, afirma que no Brasil ocorreu um aumento de 1,9% na captação, e distribuição de água no país, sendo que, mais de 70% desse volume foi para famílias e suas atividades cotidianas. O que reforça a necessidade cada vez maior do uso racional da água e aplicação de tecnologias e ferramentas para alcançar este fim.

Como afirma Tundisi (2003) e Rebouças (2003) vivemos uma crise hídrica, vários conflitos políticos e sociais pela água, por diversos fatores, como: crescimento populacional, transformação de áreas verdes nas cidades; crescimento de indústrias; empreendimentos comerciais que aumentam o consumo em detrimento dos recursos naturais e a falta de compromisso, organização e sensibilidade do poder público no tocante a necessidade de conservação dos recursos hídricos.

4.1.1 Uso/reuso da água

Na literatura são encontradas muitas classificações para determinar como o reuso da água é realizado, sendo as mesmas baseadas em diversos aspectos, como a maneira como o reuso ocorre, a intenção de realizar reuso e a finalidade do reuso. De acordo com Rodriguez (2005) estas classificações são essenciais tanto para o entendimento da realização do reuso da água, quanto para determinar a forma de atuação com relação a cada um dos aspectos.

Segundo Rodriguez (2005), o reuso da água pode ser classificado de acordo com método, ou seja, a forma como vai ser realizado, podendo ser *o reuso direto*: que é o uso planejado da água de reuso, sendo conduzida do ponto de produção direto para o de utilização sem qualquer diluição previa em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos, ou *o reuso indireto*: que é quando água já utilizada, é descarregada em águas superficiais ou subterrâneas, sendo diluída e utilizada para novo uso, a jusante. E por fim, *a reciclagem da água*: que é o reuso interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outra local de disposição, para servir como fonte suplementar de abastecimento do uso original.

Para Brazão; Silva (2020), a ANA tem viabilizado a promoção do uso racional e sustentável da água, principalmente em área rural, nas famílias de baixa renda. Como afirma Lucena *et al.* (2018) torna-se fundamental para reduzir o consumo de água com o problema da carência hídrica utiliza-la de forma racional e sustentável.

Assim como nas áreas rurais, a redução do uso de água nas residências urbanas com o reaproveitamento de água pluvial para fins menos nobres, podem minimizar as crises de abastecimento urbano. Carvalho *et al.* (2014) afirmam que reusar a água traz muitos benefícios, tais como a redução na demanda hídrica, economia de energia e infraestrutura, além de proteger o meio ambiente, representando uma economia para toda sociedade em geral.

4.1.2 Legislação e Normas

A Lei nº 9.433, de 08 de janeiro 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, não discuti o tema de uso de água da chuva e reuso, mas no seu artigo 2º de forma indireta integra-o quando faz menção a racionalização e gestão integrada dos recursos hídricos. A norma em questão aponta para o uso racional da água em seu artigo 5º através de alguns dos seus instrumentos, onde destaco no artigo 7º, que determina a racionalização do uso como forma de aumentar e melhorar a quantidade e qualidade dos recursos hídricos disponíveis (Brasil, 1997).

Anterior a essa lei, a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, determina alguns princípios norteadores, como a racionalização da água, solo, subsolo, ar e incentivos ao estudo e a pesquisa em tecnologias orientadas para uso racional e proteção dos recursos ambientais e, “educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para a participação ativa na defesa do meio ambiente” (INCISO X, artigo 2º Brasil, 1981).

Sendo assim, a supracitada Lei traz em seus princípios e objetivos incentivos que dão ênfase e inclui o tema de reutilização de água no seu contexto, por esta prática ser voltada para educação ambiental, preservação e racionalização dos recursos naturais.

Ainda sobre esses instrumentos, a Associação Brasileira Engenharia Sanitária e Ambiental de São Paulo (ABES-SP) em artigo publicado na revista da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - Sabesp em 1992 já falava sobre o reuso de água para diminuir a demanda por água potável nos centros urbanos, pela escassez cada vez maior de mananciais próximo e pela falta de qualidade no abastecimento. Além disso, com política de reuso de água, importantes volumes de água potável são poupados ao se utilizar água de qualidade inferior (ABES-SP, 1992).

Hoje, tramita projeto de Lei, de nº 58 de 2016 que visa disciplinar o abastecimento de água por fontes alternativas em todo território nacional, para regulamentar a reutilização de água, sendo os seus objetivos: a utilização racional, a sustentabilidade no uso dos recursos hídricos visando oportunizar a atual e as futuras gerações o acesso necessário a água, e ainda a redução do consumo da água potável e geração de volumes de efluentes (Brasil, 2016).

Ademais, o projeto considera a água da chuva, água de reuso e outras mais alternativas aprovadas pelas entidades reguladoras formas de alternativas para o abastecimento de água (Inciso I, artigo 4º) e também medidas de controle a evitar contaminação de indivíduos. Estabelecendo algumas modalidades, onde, para áreas urbanas e rurais estão orientadas para fins potáveis e não potáveis e aproveitamento de água da chuva, que atendam os padrões de qualidade necessários para os usos pretendidos.

E, sobre as águas de chuva, o decreto de nº 24.643 de 10 de julho de 1934 ainda vigente, determina o código das Águas em seu artigo 103 institui que “As Águas Pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em sentido contrário” (Capítulo V, Brasil, 1934). No entanto, não é permitido desperdiçar essas águas em prejuízo dos outros Prédios que delas possam se aproveitar, desviar essas águas de seu curso natural para lhes dar outro curso, sem consentimento expresso dos donos dos prédios que irão recebê-las (Brasil, 1934).

Na Lei 9.433/1997, em seu capítulo II dos objetivos, determina como uma das diretrizes “incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais” (inciso IV).

A Associação de Normas Brasileira- ABNT possui uma publicação que dispõe sobre o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, a NBR 15527:2007. Podendo esta água ser utilizadas em descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais, após tratamento.

O documento NBR 15527:2007 define que água não potável é “água que não atende à Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde” que foi substituída integralmente pela portaria nº 2914/2011 que foi revogada pela portaria de consolidação GM/MS nº5 de 28 de setembro de 2017. Atualmente em vigor a portaria GM/MS nº888,

de 4 de maio de 2021 altera o Anexo XX da portaria de consolidação nº5 de 2017 para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Assim no artigo 4º diz que toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Assim sendo, o aproveitamento de água da chuva surge, para as regiões que sofrem com escassez de água potável como alternativa, para seu abastecimento, sendo o método mais recomendado para a prática, o seu uso direto não potável, pelo o mesmo envolver menos riscos (Hespanhol, 2002).

4.2 O USO/REUSO DA ÁGUA EM ÁREAS URBANAS

A possibilidade de uso/reuso da água em áreas urbanas depende das características, condições, fatores específicos de cada tipo de edificação e residência, como fatores econômicos, sociais, culturais e a disponibilidade técnica, ou seja, é fundamental que os meios e técnicas alternativas sejam devidamente desenvolvidas e aplicadas conforme a características do sistema e do meio específico ao qual estão inseridas (Sautchuk et al., 2005).

Carvalho *et al.* (2014), afirma que o uso da água da chuva em áreas urbanas para fins não potáveis é um fator importante para o uso racional da mesma. Brazão; Silva (2020) afirmam que a captação da água da chuva é alternativa que está sendo espalhada pelo mundo, por ser uma possibilidade real de diminuição dos problemas de disponibilidade de água potável e de sua demanda. O Manual de Tecnologias Alternativas para o Aproveitamento de Águas do Curso de Especialização em Gestão dos Recursos Hídricos (2020) reitera que o aproveitamento da água da chuva é uma prática expandida por todo o mundo. Sendo em algumas regiões a única maneira de obter água, em outras, preservar os mananciais superficiais e subterrâneas (Cruz, 2014), como é o caso do Quênia que as fontes de abastecimento água são distantes e governo resolveu investir em construções de cisternas domiciliares para obtenção de água.

No Japão, o aproveitamento da água da chuva está sendo estimulado como forma de prevenir as enchentes urbanas e restaurar as fontes de água, na Alemanha, o uso da água da chuva é estimulado com o propósito de conservar as águas subter-

râneas, subsidiado pela prefeitura, a água captada é utilizada para descarga nos banheiros, lavagem de roupas entre outros propósitos e o excesso desta água é infiltrada no solo (Kobiyama; Checchia; Silva, 2020).

No Brasil, existem vários exemplos de aproveitamento de águas da chuva. Como cita Silva; Santana (2014) que em São Paulo algumas lavanderias captam, processam e utiliza-se a água de chuva nos seus processos de lavagem e ainda, que nas ilhas como Fernando de Noronha, na região dos lagos ao norte do Rio de Janeiro usou-se e continua-se usando a água da chuva.

Na região do Nordeste brasileiro existem investimentos governamentais em programas que incentivam o uso racional da água, através de construção de cisternas rurais, visando ações de infraestrutura hídrica. Um destes é o Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido: um milhão de cisternas rurais” ou P1MC, vêm desencadeando um movimento de articulação e de convivência sustentável com o semiárido através do fortalecimento da sociedade civil, da mobilização, envolvimento e capacitação das famílias, com uma proposta de educação processual, através de cisternas de placas, onde o objetivo é beneficiar com água potável, cerca de 5 milhões de família na região (Marcena *et al.*, 2017).

O programa visa desenvolvimento, disponibilidade técnica, construção e manejo de aproveitamento da água da chuva, com o processo educativo visando ampliar a prática de convivência sustentável com o semiárido e o valor da água como direito de vida. Outros exemplos são os programas *proágua semiárido* estruturado pela ANA, o *Água para todos* (do Governo Federal), todos estes programas estão voltados prioritariamente para áreas rurais da região (Brazão; Silva, 2020).

No entanto, o uso das águas das chuvas em áreas urbanas está subordinado a diversos fatores específicos de cada tipo de edificações ou residências, como exemplo: conhecer a distribuição do consumo, perfil de usuário, as características e condições de cada tipologia.

4.2.1 Critérios de utilização de água em imóveis

A reutilização de água ou aproveitamento (uso) da água da chuva, independentemente da sua finalidade, precisa de sua qualidade física, química e biológica. Onde

a avaliação técnica, econômica e ambiental deve ser considerada para o êxito do sistema de aproveitamento de água, pois estão ligadas diretamente a padrões de qualidade da água que as mesmas propiciam aos seus usuários garantindo-os saúde e bem-estar.

Para a instalação de um sistema de uso e reuso ou aproveitamento da água da chuva, torna-se necessário conhecer a distribuição do consumo de cada tipologia das residências que varia de acordo com especificidade do sistema e usuários.

De acordo com o Manual de Conservação e Reuso de Água em Edificações (Sautchuk *et al.*, 2005) em imóveis residenciais os usos de água internos distribuem-se principalmente em atividades de limpeza e higiene, enquanto os externos ocorrem devido à irrigação, lavagem de veículos e piscinas, entre outros.

Já em imóveis comerciais, constituídos por edifícios de escritórios, restaurantes, hotéis, museus, entre outras estruturas de características semelhante, o uso de água, é destinada as atividades domésticas (principalmente em ambientes sanitários) sistemas de resfriamento de ar condicionado e limpeza do próprio imóvel. E tratando-se dos imóveis públicos, como escolas, universidades, hospitais, terminais de passageiros de aeroportos, entre outros, o uso da água é muito semelhante ao dos imóveis comerciais, porém o uso dos ambientes sanitários é bem mais significativo, variando de 35% a 50% do consumo total (Sautchuk *et al.*, 2005).

Com base nas necessidades de cada usuário, a implantação dos sistemas de uso de água da chuva em imóveis deve subsidiar a utilidades na escolha das ações técnicas mais apropriadas e economicamente viáveis, para aperfeiçoar o uso da água do imóvel, resguardando a saúde dos usuários e o perfeito desempenho dos sistemas envolvidos. Segundo Cunha *et al.* (2011) os níveis de tratamento recomendados, critérios de segurança a serem adotados serão estabelecidos pela qualidade da água a ser utilizada e o objeto específico do uso.

4.2 UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DE CHUVA NOS IMÓVEIS

O aproveitamento da água da chuva pode ser usado como fonte alternativas e uso racional de água em imóveis de variadas tipologias e como uma forma de mitigar os diversos problemas ambientais relacionados a captação, tratamento e distribuição

de água (Marcena *et al.*, 2017) e reduzir a demanda hídrica, sendo uma alternativa para fins não potáveis, principalmente na região semiárida.

A legislação trata água da chuva como esgoto que comumente precipita nos telhados, calhas e pisos e seguir em direção as tubulações sanitárias, sendo levando até um corpo hídrico para conseqüentemente suprir as necessidades hídricas urbanas. Sendo assim, pode ser aproveitada uso diversos, domésticos, industriais, irrigação e entre outros (Pereira; Pasqualetto; Minami, 2020).

De acordo com Marcena *et al.* (2017) a captação de água da chuva apresenta algumas vantagens e desvantagens. As desvantagens são: a variação da intensidade pluviométrica, ajuste das taxas cobrada pela água tratada pela redução de seu consumo e pela necessidade do órgão competente em arrecadar tarifas, a manutenção pode ser difícil para o usuário, falta de normalização e informações no código de obras, não ser reconhecido pelo setor público como uma alternativa de suprimento de água, doenças de veiculação hídricas, risco de acidentes para as crianças quando não projetada adequadamente e outros. Já como vantagens Marcena *et al.* (2017) assinala a redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma, evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, os investimentos são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento reduz custos na conta de água, faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, e disponível em abundância no nosso telhado, instalação do sistema pode ser realizada tanto em obras em andamento como em construções finalizadas, reduz o risco de enchentes e erosão, encoraja a conservação de água, a autossuficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

Como os autores mostram, as vantagens superam as desvantagens, como também fica claro na tabela (1) abaixo extraída do Manual de Tecnologias Alternativas de Aproveitamento de Águas do curso de especialização em gestão de recursos hídricos. O manual de Tecnologias Alternativas de Aproveitamento de Águas ainda reitera que o alto custo inicial de investimento tende a diminuir pela tendência de aumento de produção destes equipamentos, concorrência de fabricantes e o aparecimento de tecnologias mais simples (Kobiyama; Checchia; Silva, 2020).

Por ser uma alternativa que capta a água da chuva por meia de calhas, direcionado para um reservatório, a qualidade das águas pluviais vai depender segundo

Santana; Medeiros (2017) e Brazão; Silva (2020) de vários fatores como poluição atmosférica, a contaminação das calhas, telhados e reservatórios.

Água da chuva é uma água considerada pura segundo Santana e Medeiros (2017), porém, com sua aproximação com o telhado, calhas e reservatórios a mesma termina se contaminando com: poeiras, terra, folhas, galhos, fezes de animais roedores e de aves etc. Nos ambientes que não são industrializados (presença de indústria) as águas pluviais tendem a apresentar características físico-química e biológicas dentro dos padrões de qualidade para o uso em atividades de consumo humano (Brazão; Silva, 2020). Apresentando baixos níveis de contaminantes, ausência de matérias orgânicas e agentes patógenos.

Tabela 1: Vantagens e desvantagens do aproveitamento de águas da chuva

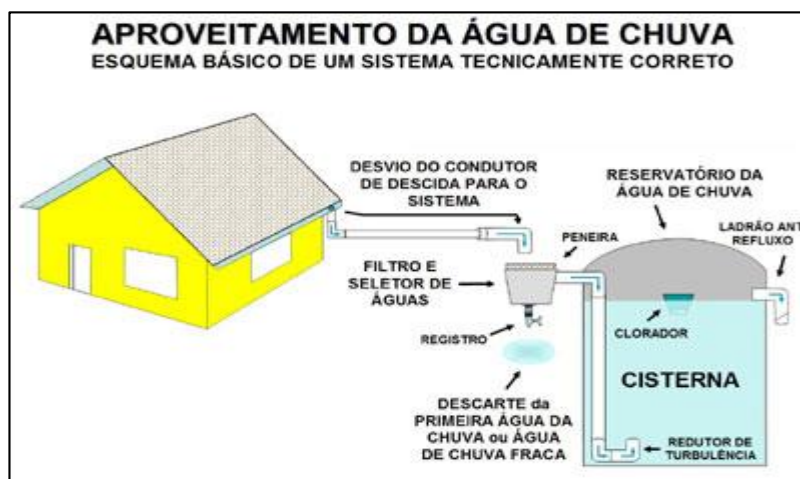
ASPECTOS	VANTAGENS	DESvantagens
Econômica	Redução do gasto mensal com água e esgoto	Dependendo da tecnologia empregada pode ter alto custo inicial.
	Aumento da renda familiar, após o retorno do investimento inicial.	Pode aumentar o gasto com a energia elétrica.
Social	Garantia de melhoria de vida pela certeza da não falta d'água e seus inconvenientes.	Não apresentado
	Melhoria da imagem perante a sociedade, órgãos ambientais e etc.	
Meio Ambiente	Preservação dos recursos hídricos, principalmente dos mananciais superficiais.	Não apresentado
	Contribuição na contenção de enxurradas que provocam alagamentos e as enchentes	

Fonte: Manual tecnologias alternativas de aproveitamento de águas, 2020.

Portanto, ao se planejar um sistema para captação de água da chuva deve considerar a qualidade e quantidade de água necessária para o abastecimento (Sant'ana; Medereiros, 2017). Porque mesmo que está água seja usada ou reservada para fins não potáveis, é necessário manutenção e higienização do sistema para preservação da qualidade da água e a não proliferação de vetores (Torquatto; Moreira; Bittencourt, 2015).

Cuidados são necessários para garantir que está água sendo coletada se enquadre aos parâmetros de qualidade de águas da chuva para fins não potáveis descritos pelas ABNT NBR 15527/2007 (ABNT, 2007). A figura abaixo apresenta um esquema básico de um sistema baseado na NBR 15527/2007.

Figura 2: Captação de água da chuva de acordo com Norma NBR 15527/2007



Fonte: Portalaguaquente.com.br. 2020.

Segundo Santana; Medeiros (2017) a água das chuvas tem a cor e a turbidez afetadas pela presença de poeira durante a precipitação, sendo necessária a higienização das áreas de captação. A água apresenta baixa dureza podendo ser indicada para lavagem de roupas e irrigação pressurizada, pois não traz danos à saúde dos usuários, ainda, que suas características variam conforme a região coletada.

Assim, a captação de águas da chuva pode ser aplicada em vários setores desde casas residenciais, edificações comerciais, industriais e rurais (Silva; Santana, 2014) sendo cada vez mais aceitável, se tornando uma realidade muito próxima das regiões semiárida, já sendo adotada em ambientes rurais, tendendo ser estimulada pelo poder público em áreas urbanas (Brazão; Silva, 2020).

4.3 CONTEXTO DO MUNICÍPIO DE SENHOR DO BONFIM

Por ser um município do semiárido, dependendo do abastecimento proveniente de uma única barragem que é dividida entre diferentes municípios da região, Senhor do Bonfim possui uma situação delicada no tocante ao abastecimento hídrico. Essa

situação se agrava ainda mais por Senhor do Bonfim não poder utilizar para o abastecimento de água, mananciais próximos como a barragem da Suíça e o riacho do Grunga, que historicamente abasteciam parte da cidade, mas que hoje estão parcialmente comprometidas pelo mau uso (Silva; Silva; Silva, 2013).

A demanda hídrica de Senhor do Bonfim é crescente, aumentando a pressão sobre a barragem de Ponto Novo que abastece o Município. Impulsionada por projetos habitacionais do governo, nos anos 2011 a 2016 um total 2.148 mil novas moradias foram construídas no Município (Bonfim notícias, 2016) que hoje possui uma população 74.523 mil habitantes (segundo o último senso do IBGE, 2022), sendo que 77,35% (aproximadamente 61.735 mil pessoas) dessas pessoas localizam-se na zona urbana (IBGE, 2023).

Segundo informações fornecidas pela Embasa (2023) que disponibiliza água tratada para o município, a concessionária possuem 35.803 ligações, sendo 227 de imóveis públicos, 1.795 comerciais e 33.781 residenciais no município de Senhor do Bonfim, para abastecer essa quantidade de imóveis a embasa disponibiliza por mês a média 230.645 m³ de água tratada que são retiradas dos mananciais da região e principalmente da barragem de Ponto Novo.

O município de Senhor do Bonfim não tem nenhuma lei, decreto que cite ou faça menção a utilização ou uso de água. Em sua lei orgânica (Senhor do Bonfim, 2009), no capítulo VI que trata do meio ambiente, não se encontra nenhuma menção sobre o uso racional, muito menos sobre o uso de água, sendo poucas as menções do nome água na lei, sendo mais citadas as referências as responsabilidades dos órgãos municipais do meio ambiente, cuidar e controlar os recursos ambientes no geral.

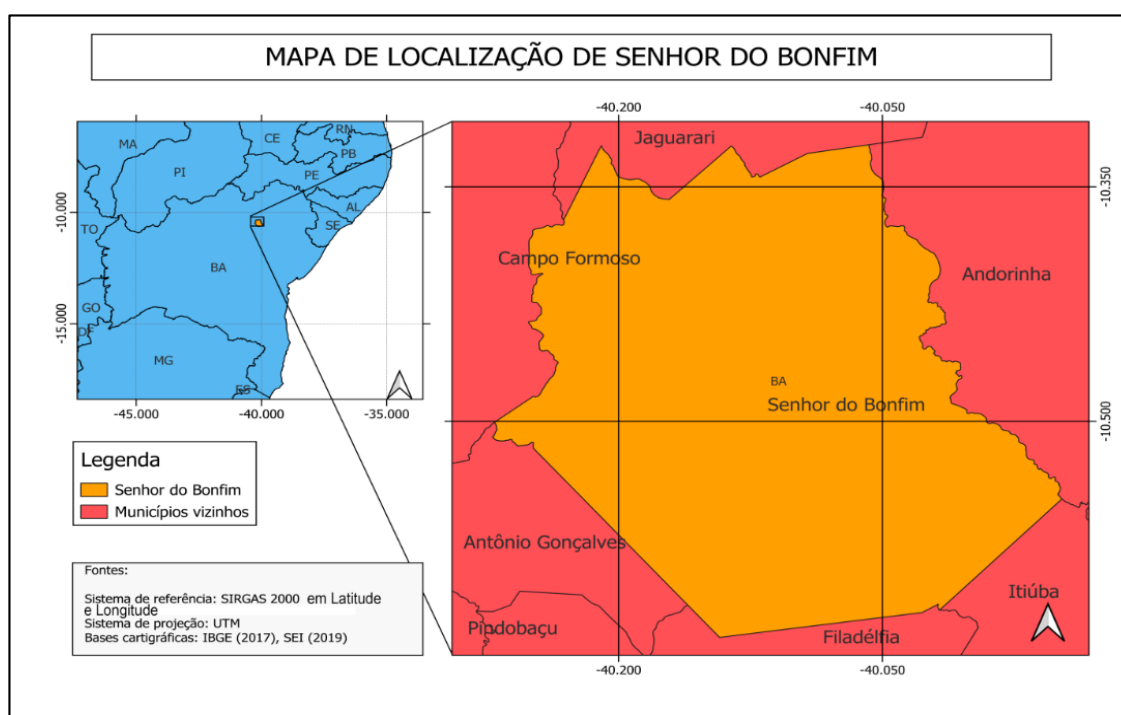
Essa constatação pode ser feita ao analisar a LEI MUNICIPAL Nº 1184/2010 de 06 de outubro 2010, que define a política ambiental do Município também faz poucas menções a água, e recursos naturais no geral. E vale ressaltar que a referida lei dispõe de capítulos inteiros sobre poluição do solo, ar, mas não há nada específico sobre a água (Senhor do Bonfim, 2010).

Diante dessa omissão ou pouca importância a essa causa, é necessário e urgente que seja implementado alternativas de uso e reuso de água em ambiente urbano, como a realização de atividades com dimensões mais amplas que perpassse desde o campo da educação ao uso racional e eficiente da água no cotidiano de toda sociedade.

5 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no município de Senhor do Bonfim-BA (figura 3) distante 376 km da capital Salvador, ao norte do estado, sob as coordenadas geográficas de 10°27 latitude sul e 40°11 longitude oeste de Greenwich. Com precipitações de aproximadamente de 768 mm, temperatura média anual de 23,3°C (CLIMATEDATA, 2023) com evapotranspiração acima de 1140 mm anuais, sem excedente hídrico, e com chuvas de primavera e verão (Oliveira, 2017). Uma população estimada em 2022 de 74.523 pessoas e uma área de 789.361 km² (IBGE, 2023).

Figura 3: Geolocalização de Senhor do Bonfim no contexto baiano.



Fonte: IBGE (2017) / SEI (2019)

A pesquisa estabelece-se em um estudo de caso que tem como finalidade auxiliar no conhecimento ou redefinição de deliberado problema (GIL, 2002) podendo considerar esta pesquisa como estudo de caso instrumental por se tratar de uma avaliação comparativa de viabilidade da aplicação de um sistema.

Foram considerados nesta pesquisa as seguintes categorias de imóveis: 1) públicos; 2) comerciais; 3) residenciais, sendo este último subdividido em menores e maiores de acordo com a metragem da área construída – os menores tendo até 55 m² e os maiores acima 80 m².

Para quantificar e qualificar os usos de água e estabelecer um perfil de uso do recurso foi elaborado um questionário na plataforma Word, contendo 16 questões para imóveis públicos, (Anexo 2) 18 questões para imóveis comerciais e 13 para imóveis residenciais com questões mescladas entre fechadas e abertas, (Anexos 3 e 4 respectivamente) onde algumas questões se diferenciaram em função da categoria do imóvel a que foi aplicado.

O questionário foi aplicado em 24 imóveis no ano de 2022, com informações acerca da área construída e da área do telhado, sobre as últimas contas de água pagas, com seus volumes consumidos e valores, foram também coletadas para poder dimensionar o potencial uso da água da chuva e a economia relativa (em volume e valores de conta).

Para o processo de análise dos dados obtidos através do questionário, as questões foram expostas em tabela produzidas na plataforma do Excel, separadas por tipologias de uso dos imóveis, a partir dessa exposição foi feita a quantificação e a qualificação das informações.

Para analisar a viabilidade econômica foram feitos os cálculos de produção de água dos telhados multiplicando a média anual de chuva pelo tamanho do telhado, a partir desse resultado foi calculado a possível economia na conta em metros cúbicos em seguida a economia em reais utilizando como base, as tarifas fixadas pela EMBASA para cada tipologia de imóvel e os valores pagos na conta obtidos no questionário, sendo assim estimado o valor da economia mensal e eventualmente por ano para cada imóvel (Rodrigues, 2016).

Para comparar a viabilidade econômica foi considerado o quanto tempo de conta seria necessário para compensar o investimento feito no sistema de captação a ser montado para cada imóvel. Foi realizada uma pesquisa de preços dos materiais envolvidos (caixa d'água, canos, calhas e mão de obra para instalação na região) e somatória de todos esses valores para cada imóvel, estimado o custo do sistema. Com o valor economizado anualmente e custo do sistema foi feita a simulação do tempo médio de retorno do investimento, considerando o tempo máximo de análise vinte anos.

Como neste trabalho será adotada o uso para fins não potáveis e, nesta prática não utiliza a água para ingestão e o risco relacionado ao contato direto com a pele ou

mucosa é no caso de exposição por períodos prolongados, então os níveis dos parâmetros de qualidade da água não precisam seguir os mesmos exigidos para as águas de consumo humano (Sant'ana; Medeiros, 2017).

Todo o processamento dos dados obtidos com aplicação do questionário foi na plataforma *Excel*.

5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS QUANTITATIVOS E QUALIFICAÇÃO DOS USOS DE ÁGUA

Com os questionários em mãos foi realizada a análise e tabulação dos dados e assim possibilitou a seleção e codificação de cada imóvel por categoria de uso. A identificação e caracterização do consumo e de possíveis fontes de abastecimentos dos imóveis foi com base nas informações fornecidas pelos donatários dos imóveis.

5.1.1 Seleção dos imóveis

A seleção dos imóveis foi feita a partir da aplicação do questionário onde foram encontradas muitas dificuldades de acessibilidade aos dados necessários, então por esse motivo, o critério final de seleção utilizado foi a disponibilidade dos proprietários a colaborar e o respectivo acesso a todas informações, para preenchimento do questionário, pois, tiveram proprietários que devolviam o questionário com respostas incompletas, esses então foram desconsiderados na pesquisa.

A aplicação dos questionários foi realizada presencialmente, onde o donatário do imóvel poderia questionar qualquer dúvida que pudesse surgir durante o preenchimento do mesmo. Os imóveis selecionados foram numerados e codificados em ordem crescente, de acordo com a quantidade selecionada para cada categoria (Tabela 2).

Tabela 02: Nomenclaturas abreviada dos imóveis

Imóveis	1	2	3	4	5	6	7	Total
Públicos	IP1	IP2	IP3	IP4	IP5	IP6	IP7	7
Residencial menor	IR menor1	IR menor2	IR menor3	IR menor4	IR menor5	IR menor6		6
Residencial maior	IRmaior1	IR-maior2	IR-maior3	IR-maior4	IR-maior5	IR-maior6		6
Comercial	IC1	IC2	IC3	IC4	IC5			5
								24

Fonte: Autora, 2023.

5.1.2 Números de usuários, levantamento do consumo e fontes de abastecimentos.

A partir da tabulação dos dados na plataforma do Excel, foi possível quantificar o número de usuários dos imóveis públicos, comerciais e residenciais, identificar pontos de consumo de água tratada, que pode ser substituída por água da chuva. Com histórico de seis meses das contas de cada imóvel, calculou-se a média de seis meses de consumo para quantificar o custo do gasto com água nos imóveis e obter informações sobre as fontes de abastecimento dos imóveis (Vasconcelos, 2016).

5.2 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA

Os dados referentes à área do telhado, coletados através do questionário aplicado, foram multiplicados pela média de precipitação mensal, das médias dos dados obtidas no site do Instituto Nacional Meteorológico-INMET (Vasconcelos, 2016).

5.2.1 Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos foram obtidos da Estação Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos-INPE-Senhor do Bonfim-Bahia, estação automática localizada: Latitude $-10^{\circ}44'30''56$, Longitude $-40^{\circ}14'83''33$, Altitude 532,09. A escolha desta estação foi simplesmente por ser a única localizada no território do município de Senhor do Bonfim. Os dados de precipitação são disponibilizados de hora em hora, então foi necessário tabular por ano, assim obter as médias dos últimos de 12 anos.

5.2.2 Calculando a produção de água do telhado

Com os dados da precipitação média dos últimos 12 anos em cada mês e o tamanho total do telhado de cada imóvel (Tabela 3) foi realizado um simples cálculo:

Produção Potencial do Telhado (produção do telhado) = Média da precipitação X Tamanho total do telhado (1).

Tabela 03: Total da área de telhado dos imóveis em estudo

IMOVEIS	TAMANHO/TELHADO(m ²)	IMOVEIS	TAMANHO/TELHADO(m ²)
IP1	485	IRmenor1	55
IP2	282	IRmenor2	51,84
IP3	1113	IRmenor3	51,84
IP4	2969,08	IRmenor4	51,84
IP5	462,9	IRmenor5	51,84
IP6	1103,74	IRmenor6	51,84
IP7	619,47		
		IRmaior1	96
IC1	400	IRmaior2	120
IC2	800	IRmaior3	83,143
IC3	165	IRmaior4	129
IC4	300	IRmaior5	100
IC5	120	IRmaior6	180

Fonte: Autora (2023)

5.3 ANALISANDO A VIABILIDADE ECONÔMICA NA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

O potencial de água a ser coletada dos telhados (1) foi utilizado para calcular a possível economia gerada com o uso de água da chuva em metros cúbicos mensais e reais pagos na conta. E usando como base a tarifa fixa cobrada pela Embasa por m³ utilizado pelos imóveis, foi possível dimensionar uma possível economia gerada com o aproveitamento dessa água.

5.3.1 Percentual de economia possível de água em m³

Para atingir esse percentual foi feito um cálculo simples:

$$\text{Valor Percentual de Possível Economia (metros cúbicos)} = \left(\frac{\text{volume médio de água coletada/L}}{1000} \times \text{Aproveitamento de 90\%} \right) \div \left(\frac{\text{consumo médio mensal m}^3}{\text{consumo médio mensal m}^3} \right) \quad (2).$$

5.3.2 Economia na conta em reais (R\$)

Achado o percentual médio de possível economia no consumo (em m³) cada imóvel, então, foi possível estimar o valor da conta subtraindo-se esta possível economia. Para tal foi necessário à consulta as tarifas cobradas pela concessionária (tabela 4) já que a cobrança é feita por faixas de consumo e a possível economia gerada alterou a faixa em alguns casos.

A cobrança pelo m³ de água é diferente entre as cidades, na cidade de senhor do Bonfim esta cobrança é de acordo com a tipologia de uso dos imóveis, pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento-EMBASA, concessionária que controla a distribuição de água na cidade. EMBASA afirma que a tarifa de água compreende uma importância mínima fixa, equivalente a 6m³, e todo o consumo que ultrapassar este consumo mínimo (6m³) é considerado excedente, e terá tarifa diferenciada para cada m³.

Os tipos de imóveis pesquisados são similares as divisões feitas pela própria EMBASA na cobrança de suas tarifas, sendo que o residencial intermediário foi usado como base para residências maiores e o residencial social, para as residências menores, e ainda, na pesquisa há imóveis públicos considerados com tarifas de filantropia.

Tabela 04: Tarifas cobradas pelo consumo em m³ pela água por cada tipologia de uso

Públicos		Comerciais	Filantrópica		Residencial Intermediária	Residencial Social
Faixas Consumo	Valor de Consumo		Faixas Consumo	Valor de Consumo		
Até 6 m ³	86,80 p/mês	86,80 p/mês	Até 6m ³	13,40 p/mês	26,40 p/mês	13,40 p/mês
7-10 m ³	3,32 p/m ³	3,32 p/m ³	7-10m ³	0,83 p/m ³	1,07 p/m ³	0,83 p/m ³
11-50 m ³	19,03 p/m ³	19,03 p/m ³	11-15m ³	5,91 p/m ³	6,74 p/m ³	5,91 p/m ³
>50 m ³	22,45 p/m ³	22,45 p/m ³	16-20m ³	6,43 p/m ³	7,34 p/m ³	6,43 p/m ³
			21-25m ³	9,59 p/m ³	9,63 p/m ³	9,59 p/m ³
			26-30m ³	10,69 p/m ³	10,73 p/m ³	10,69 p/m ³
			31-40m ³	11,82 p/m ³	11,62 p/m ³	11,62 p/m ³
			41-50m ³	13,55 p/m ³	13,55 p/m ³	13,55 p/m ³
			>50m ³	16,29 p/m ³	16,29 p/m ³	16,29 p/m ³

Fonte: Adaptado da tabela geral da EMBASA (2022)

Achados os valores cobrados pelo m³ consumido por cada tipologia de imóveis, dentro das respectivas faixas de consumo, foi possível estimar o possível valor na conta em reais pós-economia:

Consumo Médio com Economia (metros cúbicos) = Consumo médio s/economia – (consumo médio s/economia x percentual médio anual de economia em m³)
(3)

Com o consumo médio c/economia m³ é calculado o novo valor médio estimado em reais, para isso foi usado o valor das tarifas fixas da embasa para cada tipologia.

Novo Valor Médio Estimado na Conta = Consumo médio c/economia m³ x valor da metragem por faixas de consumo. (4)

Valor Estimado de Economia Mensal = valor médio original na conta – novo valor médio estimado na conta (5)

Valor Estimado de Economia Anual = valor estimado de economia mensal x 12
(6)

5.4 ESTIMANDO O CUSTO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO

Para estimar o custo do sistema foram realizadas pesquisas de preços de todos os materiais necessários para instalação do sistema. Com a somatória dos custos de reservatórios, materiais e mão de obra para instalação, foi possível estimar o custo do sistema, a partir então realizar os cálculos de comparação de viabilidade para cada imóvel em estudo.

5.4.1 Dimensionamento do reservatório

Para o dimensionamento do reservatório foram tabulados o consumo de seis meses de água em m³ de cada imóvel através do acesso as contas de água fornecidas pelos proprietários dos mesmos, considerando que para cada m³ de água se tem 1000litros água. Então calculou-se a média de consumo de água dos seis meses em m³, este foi o valor para estimar o tamanho necessário para o reservatório para cada imóvel. Pois se a média de consumo for de 1,3 m³ irá precisar de no mínimo um reservatório de 20.000litros pensando reserva.

5.4.2 Cálculos dos custos dos materiais para implementação do sistema

De acordo com o tamanho de cada telhado foi realizado uma estimativa do material e mão de obra necessária. Então foi considerada a raiz quadrada do total do telhado, e duas faces da calha, multiplicou-se a raiz quadrada por dois, e depois pelo valor do metro de calha, sabendo assim o total do custo da calha, o mesmo foi realizado para o custo dos canos, e por fim somou-se tudo, acrescentou mais 20% de gasto com Joelhos, adaptadores etc. obtendo assim o custo estimado dos materiais.

Para estimar o custo da mão de obra foi considerado que a cada 200 m² de telhado levaria apenas um dia de trabalho para instalar o sistema, assim, se o telhado tivesse 400 m² levaria dois dias de trabalho, então foi pesquisado o valor médio cobrado pelos profissionais (pedreiros) no dia de trabalho e multiplicado pelos dias necessários para concluir a instalação.

Foram feitas pesquisas de preços no site de três lojas populares do município de Senhor do Bonfim, para a simulação do valor do sistema, então foi calculado uma média dos preços dos itens abaixo.

Custo Total do Sistema = Custo médio total de materiais + Custo total reservatórios + Custo da instalação. (7)

5.5 COMPARANDO A VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DE ÁGUA ENTRE AS DIFERENTES CATEGORIAS DOS IMÓVEIS

Utilizando-se dos valores de economia obtidos na equação (4) foi possível calcular o valor economizado por ano (5), em reais. Então com estes valores e do custo total do sistema (7), foi feita uma simulação para estimar o tempo de retorno do investimento no sistema (8) (Rodrigues, 2016). Para realização dos cálculos foi utilizado as médias gerais de cada tipologia de imóvel, pois ficaria muito extenso se fosse demonstrar a média de cada imóvel das tipologias em estudo.

5.5.1 Cálculos da comparação de viabilidade econômica para cada tipologia de uso

Para a comparação de viabilidade foi feita o cálculo de retorno de investimento para cada imóvel, para assim comparar a viabilidade entre as categorias utilizadas na pesquisa.

Custo total de implantação do sistema / valor economizado ano = tempo de retorno. (8)

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos estudos realizados e informações colhidas foram alcançados os seguintes resultados, que foram divididos de acordo com os objetivos.

6.1 IDENTIFICAÇÃO DO QUANTITATIVO E QUALIFICAÇÃO DOS USOS DE ÁGUA

Com os questionários respondidos em mãos foi realizada a análise e assim possibilitou a identificação e caracterização do consumo e possíveis fontes de abastecimentos dos imóveis.

6.1.1 Seleção e ordenamento dos imóveis

Um total de vinte e quatro imóveis foram analisados, sendo sete públicos, cinco comerciais, e doze residenciais, seis de pequeno porte e seis de porte maior. Os comerciais foram os que apresentaram maior dificuldade de obtenção de dados, já que havia um receio por parte dos comerciantes na divulgação das informações. Os imóveis foram organizados e numerados codificados de acordo com o tipo para facilitar a tabulação, onde: IP significa imóveis públicos; IC imóvel comercial; IR menor imóvel residencial menor, e IR maior imóvel residencial maior.

6.1.2 Caracterização do consumo e abastecimentos

Nos imóveis Públicos e Comerciais os usuários finais da água consumida são os próprios funcionários, cidadão, clientes e visitantes, enquanto nos imóveis residenciais os usuários principais são os próprios residentes. Assim sendo temos perfis diferentes de uso entre os tipos de imóveis.

Nos imóveis públicos e comerciais, o uso é predominantemente diurno envolvendo principalmente as atividades de limpeza geral e uso dos sanitários. Os principais usuários são os próprios funcionários que utilizam durante todo o dia, porém são em menor número (por volta de 3% do total nos públicos e 1 % nos comerciais), enquanto os cidadãos e clientes são a maioria, mas o seu uso de água é esporádico já que não permanecem por muito tempo no imóvel. O maior número de funcionários e

o maior tempo de permanência dos cidadãos e clientes nos imóveis públicos faz com que o consumo de água dos mesmos seja maior.

Nos imóveis residenciais o número de pessoas usando o sistema é menor, porém o consumo é mais intenso, acontecendo tanto durante o dia quanto a noite envolvendo não somente as atividades de limpeza e uso de sanitários, banho, mas também na cozinha e com lavagem de roupas e ambientes, jardins, etc. Nos imóveis residenciais menores a média de residentes por residência, 3, habitantes por residência, indicando uma tendência de consumo maior para as residências menores.

Na tabela 5 abaixo é demonstrado os pontos de demanda de água nos imóveis estudados, nota-se que são pontos comuns a qualquer tipologia de uso dos imóveis, onde os espaços e tipos de demanda são os mesmos para todos.

Tabela 05: Pontos de demanda de uso de água nos imóveis

LOCAL		DEMANDA
IMOVEIS	ESPAÇO	TIPOS
PUBLICOS	Banheiros Funcionários	Vasos sanitários, Chuveiros, Pias lavagem mãos, Torneiras, Pias lavagem louças
	Banheiros Clientes	
	Pátios, áreas de serviço	
	Cozinhas	
COMERCIAL	Banheiros funcionários	Vasos sanitários, Chuveiros Pias lavagem mãos, Torneiras
	Banheiros Clientes	
RESIDENCIAIS	Banheiros	Vasos sanitários, Chuveiros, Pias lavagem mãos, louças, roupas e torneiras
	Cozinhas	
	Áreas de serviço	
	Garagem, Jardim	

Fonte: Autora, 2022.

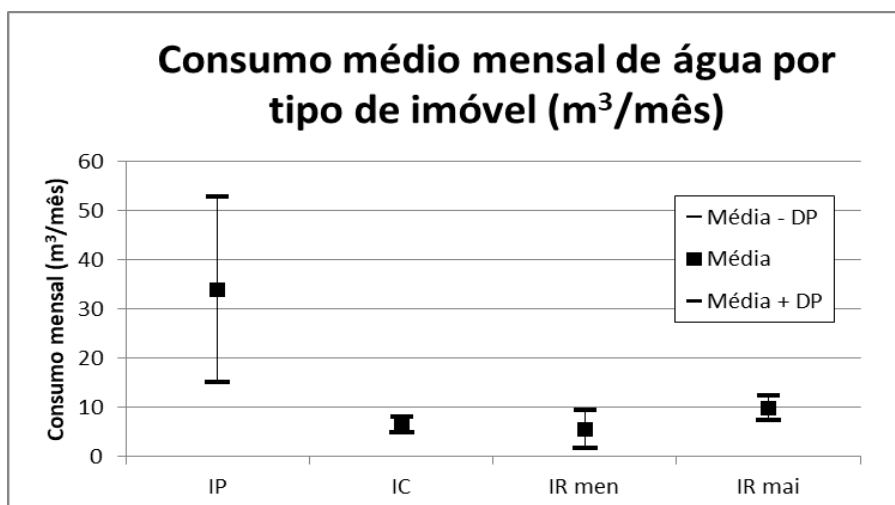
Todos os imóveis analisados, públicos, comerciais, e, residenciais são abastecidas somente pela água tratada fornecida pela concessionária embasa, nenhum deles possuindo poço ou outro sistema de abastecimento paralelo ou secundário.

Assim sendo, considerando que a frequência de uso das atividades diárias do imóvel que provoca a parte mais significativa do consumo não é necessária água tratada, essa água pode ser substituída pela água da chuva, captada pelos telhados, reduzindo consideravelmente.

Como resultado dos diferentes e variados usos, observamos um consumo total de água por imóvel também variado e bem diferenciado (Anexo 5).

Levando em consideração as quatro variáveis, o consumo maior, em m^3 está entre os imóveis públicos, residenciais maiores, comerciais e por último os residenciais menores (Figura 4) sendo a situação da segunda categoria pode ter relação com ocorrência de algum problema de vazamento no sistema de distribuição no momento da pesquisa. Nos imóveis públicos este alto consumo tem relação com o mesmo possuir o maior número de usuários entre as quatro categorias, estando relacionado com o número de visitantes e funcionários, e o tempo de permanência dos mesmos nos imóveis que é relativamente maior que número de funcionários e tempo de permanência nos estabelecimentos comerciais, provocando um maior consumo de água nos imóveis estudados.

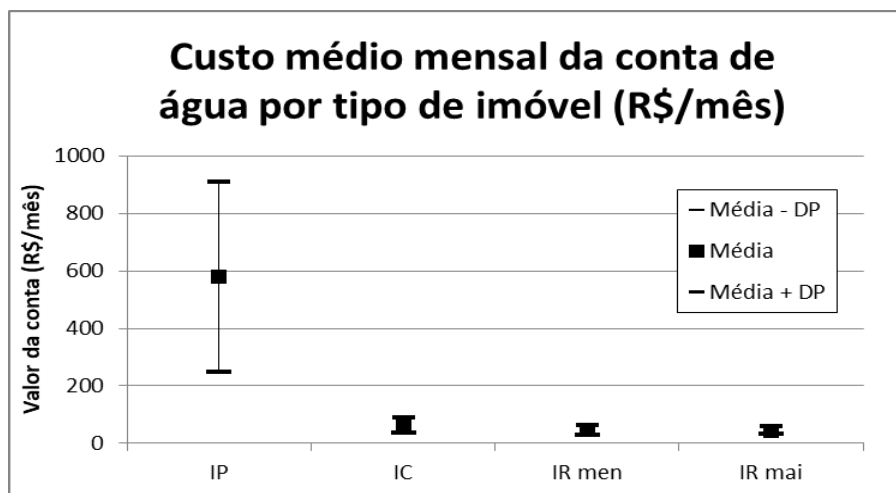
Figura 4: Quantitativo do consumo médio mensal de água por tipo de imóvel em metros cúbicos (m^3)



Fonte: Siglas: IP-Imóveis Públicos, IC-Imóveis Comerciais e IR-Imóveis Residenciais (Menores e Maiores) Autora, 2023.

Observa-se (Figura 5) uma significativa diferença nos valores pagos em conta entre as tipologias dos imóveis, principalmente nos imóveis públicos que o valor pago seguido dos comerciais é maior que os residenciais, devido também a tarifa fixa que cobrada pela concessionária, baseada no tipo de categoria que cada imóvel pertence.

Figura 5: Quantitativo do custo médio mensal da conta de água por tipo de imóvel em reais (R\$)



Fonte: Autora, 2023.

6.2 DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA E IDENTIFICAÇÃO POSSÍVEIS PONTOS DE REUSO DE ÁGUA

Os valores numéricos das áreas dos telhados dos imóveis foram multiplicados pelas médias de precipitação mensal e assim gerar os gráficos de produção. Para a identificação dos possíveis pontos de uso da água foi utilizada as respostas do questionário gerando a tabela.

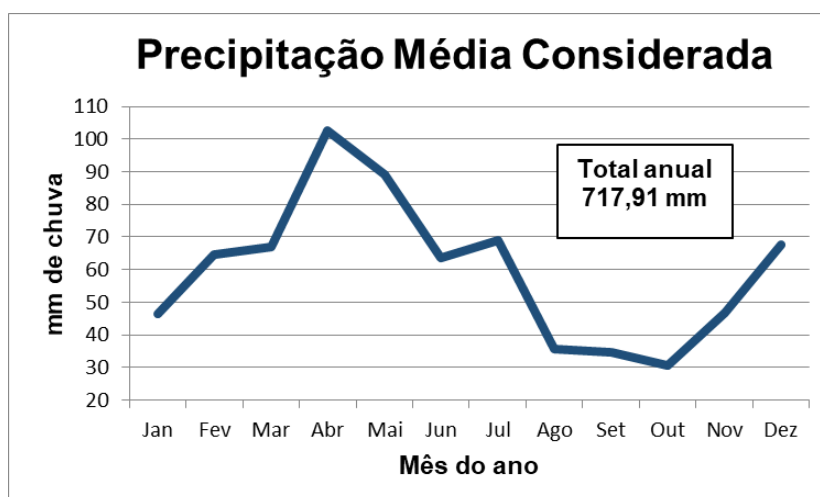
6.2.1 Dados Meteorológicos

O gráfico abaixo (Figura 6) indica as precipitações medias encontradas no período de 12 anos considerado para a estação de Senhor do Bonfim (A428). De acordo com os dados, os meses que mais choveu foram abril, maio e dezembro, enquanto os mais secos foram outubro, setembro e agosto respectivamente. O total anual de precipitação verificado foi de 717,91 mm. Estes dados diferem ligeiramente dos dados apresentados pelo Climate-Data (2023) que indicam que entre 1991 e 2021 uma precipitação média anual de 768 mm/ano e os meses mais chuvosos sendo fevereiro, março, dezembro e janeiro, e os mais secos sendo setembro e outubro respectivamente, podendo considerar que essa diferença tenha relação com a questão de escala de tempo, podendo assim perceber mudanças significativas nas precipitações da região na última década, tendo relação direta com mudanças climáticas ocorridas em todo mundo.

Para efeito deste estudo, os dados utilizados foram os descritos na figura 6 e apresentados no Anexo 6. Os volumes expostos na tabela (anexo 6), são as médias de precipitação mensal em (mm) entre os anos de 2010 a 2021 do município de Senhor do Bonfim, onde verifica que há meses do ano que não se registrou nenhuma chuva, o que mostra o quanto é variável a chuvas na região.

Pelas médias mensais de chuvas, mostrado na figura 6, pode-se dizer que os meses que mais choveram no período de 12 anos foram: abril, maio e dezembro, e os mais seco foram os de outubro setembro e agosto respectivamente, com total anual de 717,91mm.

Figura 6: Precipitação média anual no período de 2010 a 2021.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados obtidos na estação A428-Senhor do Bonfim e apresentados no anexo 6.

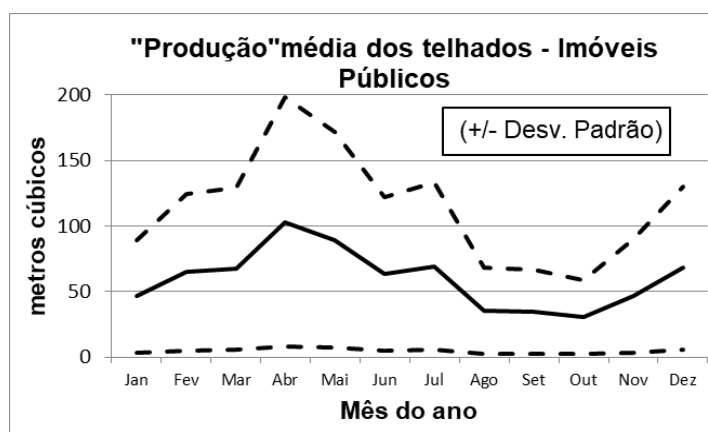
6.2.2 Calculando a produção de água do Telhado

Com base nos dados de precipitação mensal e nos dados das entrevistas realizadas, calculou-se a produção potencial de água do telhado de cada imóvel, entendida aqui como:

Assim, possibilitou-se a geração de gráficos que mostram a produção média de água pelos telhados de cada tipo de uso dos imóveis (Figura 7 a 10), onde a linha preenchida equivale a média mensal da produção potencial dos telhados em metros cúbicos, e as linhas pontilhadas são os desvios padrões para mais e para menos respectivamente.

A Figura 7, mostra a produção potencial do telhado nos imóveis públicos, onde a capacidade média varia entre 30 m³/mês a 100m³/mês, e levando em consideração o desvio padrão essa capacidade pode variar, chegando a atingir uma produção de até 200 m³ no mês que mais chove.

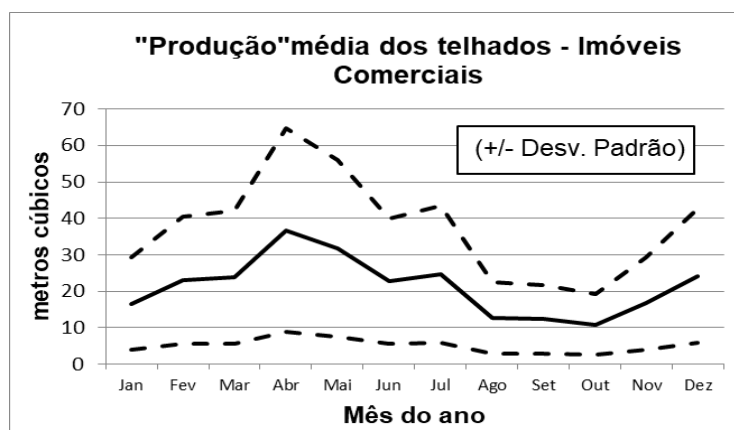
Figura 07: Produção potencial média de água da chuva pelos telhados dos imóveis públicos



Fonte: Autora, 2023.

No entanto nos imóveis comerciais a produção potencial de água pelos telhados como mostra a Figura 8, é consideravelmente menor, com a produção média variando entre 11 e 37m³ aproximadamente no mês mais chuvoso. Essa diferença nas médias entre as tipologias é em função do tamanho do telhado de cada imóvel, considerando que os imóveis públicos têm uma estrutura arquitetônica maior que os comerciais, provocando também uma maior variabilidade em relação aos comerciais.

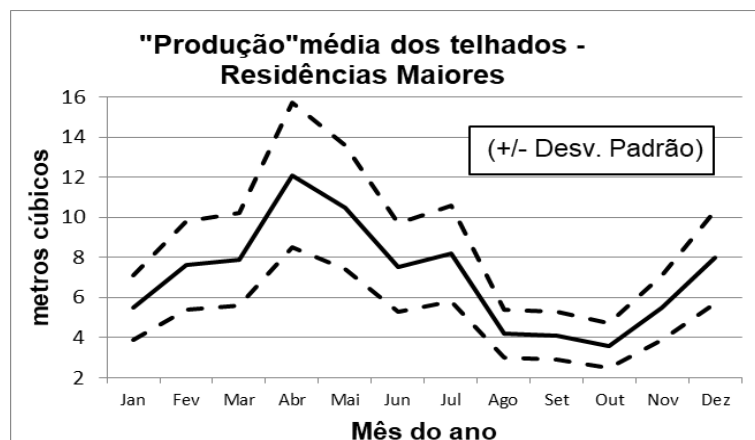
Figura 08: Produção médio de água da chuva nos telhados dos imóveis comerciais



Fonte: Autora, 2023.

Já nos imóveis residenciais a produção potencial é ainda menor que os comerciais em função do menor tamanho dos telhados. Nos imóveis residenciais maiores a média de produção oscila entre 4 e 12 m³/mês durante o ano (Figura 9).

Figura 09: Produção potencial média de água da chuva dos telhados dos imóveis maiores

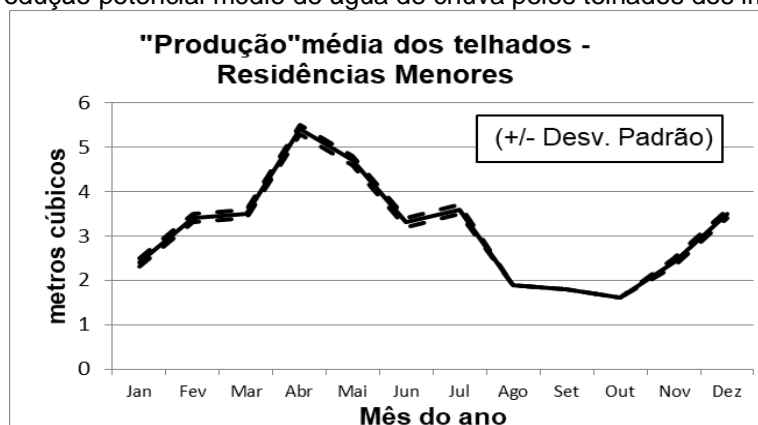


Fonte: Autora, 2023.

Quanto aos imóveis residenciais menores (Figura 10), observa-se uma média entre 1,6 e 5,6 m³/mês de produção potencial do telhado com um baixo desvio padrão (menor que 1), induzido pela homogeneidade dos telhados onde a amostragem foi realizada.

Ao analisar as quatro tipologias de uso dos imóveis, percebe que a capacidade de produção de água de chuva está inteiramente relacionada ao tamanho da área de captação (total do telhado), então, comparando a produção entre as tipologias, a que vêm a ter uma maior produção de água são os imóveis públicos, depois comerciais, seguidos dos residenciais maiores e por últimos os residenciais menores.

Figura 10: Produção potencial médio de água de chuva pelos telhados dos imóveis menores



Fonte: Autora, 2023.

Ao analisar as quatro tipologias de uso dos imóveis, percebe-se que a capacidade de produção de água de chuva, diretamente relacionada ao tamanho da área de captação do telhado faz com que os imóveis públicos tenham uma produção potencial significativamente maior que os demais, sendo seguido pelos comerciais, pelos residenciais maiores e por último os residenciais menores, com baixa capacidade de geração potencial.

6.3 ANALISANDO A VIABILIDADE ECONOMICA NA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA

6.3.1 Percentual de economia em M³ na conta

Tendo como base os cálculos da produção potencial dos telhados, calculou-se a média mensal de economia de água consumida em m³ que cada imóvel poderia economizar, considerando o aproveitamento de 90% da produção potencial dos telhados (Tabela 6).

Tabela 06: Potencial de economia de água que a produção do telhado pode representar em relação ao consumo

	Imóveis Públicos	Imóveis Comerciais	I. Res. Menores	I. Res. Maiores
NÚMERO MÉDIO DE MESES NO ANO QUE A PRODUÇÃO DO TELHADO ATENDE O CONSUMO	7	10	3	2,5
NÚMERO DE IMÓVEIS COM CONSUMO ANUAL TOTAL ATENDIDO PELA PRODUÇÃO DO TELHADO	2/7	3/5	0/?	0/?
FRAÇÃO DO CONSUMO TOTAL ANUAL ATENDIDO	0,85	0,94	0,63	0,63

Fonte: Autora, 2023.

Os imóveis comerciais são os imóveis que mostram maior potencial de economia no consumo de água considerando a possibilidade de uso da água do telhado, em média teriam 10 dos 12 meses de consumo completamente atendidos, e 3 dos 5 imóveis estudados teriam o consumo atendido o ano todo Essa situação dos imóveis comerciais se dá pela relação entre o tamanho do telhado relativamente grande, que conseqüentemente capta mais água, com consumo médio que é menor nas maiorias dos imóveis comerciais, resultando em um atendimento de 94% no consumo geral na categoria.

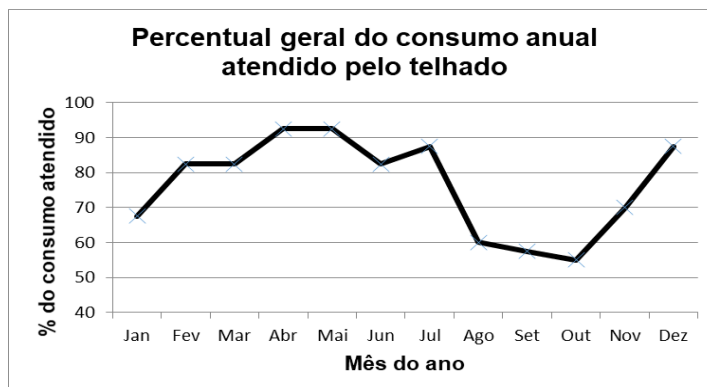
Em segundo lugar no potencial de economia ficaram os imóveis públicos que teriam o consumo atendido em 7 dos 12 meses do ano, onde 2 dos 7 imóveis estudados o consumo seria atendido em todos os meses do ano. De uma forma geral, 85% do consumo dos imóveis públicos podem ser atendidos pela produção dos telhados. Isto também se dá em função da grande área coberta dos imóveis em relação ao baixo consumo que é pequeno por usuário.

Já os imóveis residenciais ficaram em último lugar e mostraram pouca diferença entre os maiores e menores, estando os maiores em último lugar no potencial de economia, com ligeira diferença em relação aos menores. Os imóveis residenciais menores teriam o consumo atendido em 3 dos 12 meses do ano, enquanto os maiores em somente 2,5 meses dos 12. Em nenhum imóvel residencial (menor ou maior) o consumo dos 12 meses estaria atendido, e em ambos os casos a economia significaria 63% do consumo total anual. A situação dos imóveis residenciais se dá em função do tamanho menor dos telhados e do consumo maior das residências.

O potencial de economia representado pela produção de água dos telhados é logicamente ligado ao tamanho dos telhados e ao consumo do imóvel, assim logicamente os residenciais ficam em desvantagem, pelo menor telhado e maior consumo relativo. No entanto, mesmo os imóveis residenciais mostram 63% (perto de dois terços) do consumo podem ser atendidos pela produção potencial do telhado, o que representaria uma economia significativa do consumo de água tratada. Logo, que há variabilidade de tamanho de telhado e consumo entre os imóveis do mesmo tipo, das chuvas mensais, e que os reservatórios podem ampliar esta potencial economia ao aproveitar excedentes mensais ao longo do ano.

A Figura 11, mostra percentual geral do consumo médio mensal atendido pelos telhados de todos os imóveis, de forma conjunta, das quatro tipologias em estudo. Nota-se a maior proporção do consumo atendido justamente nos meses de abril e maio (ultrapassando 90%), coincidentes com os meses de maior precipitação.

Figura 11: Percentual do consumo mensal atendido pelos telhados dos imóveis de forma geral (todas as quatro tipologias juntas)

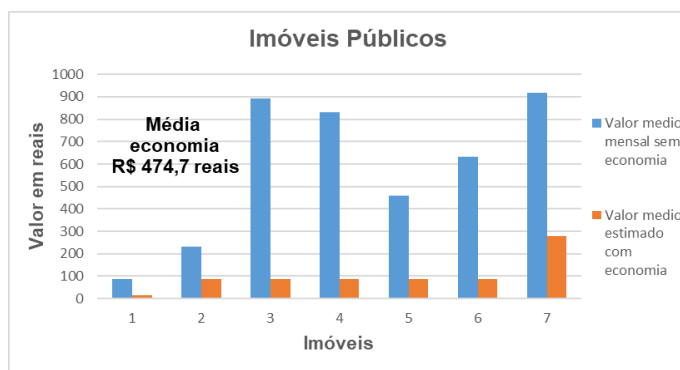


Fonte: Autora, 2023

6.3.2 Economia possível na conta em reais (\$)

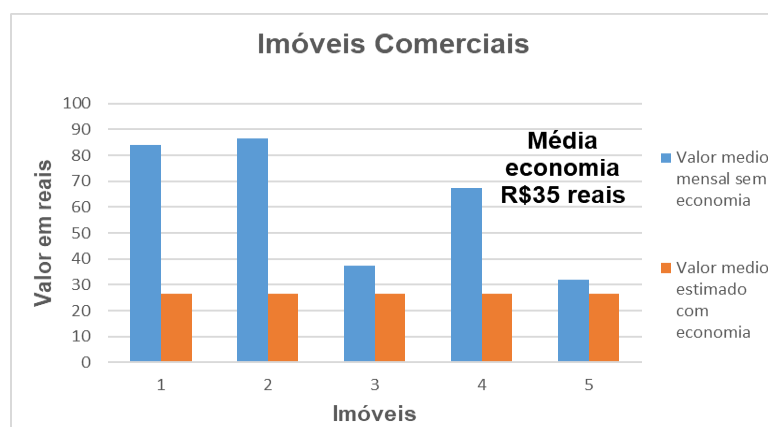
Nas Figuras abaixo são apresentados à economia mensal potencial estimada para os imóveis quando consideramos os percentuais de economia de uso de água nas contas pagas por cada imóvel. Importante lembrar que cada tipo de imóvel possui um sistema de cobrança diferenciado pela concessionária, que foi considerada em cada caso.

As colunas em azul representam os valores atualmente pagos em conta considerando o volume total utilizado, sem a utilização da água dos telhados, e as colunas em laranja representam os valores estimados para conta com o uso de 90% do potencial de produção de água do telhado. Nos imóveis públicos (Figura 12) o valor pago na conta diminui significativamente, sendo que entre os sete imóveis em estudo, seis iriam pagar a tarifa fixa (base de consumo) durante todo o ano com o uso de água da chuva via seus telhados, o que significaria uma economia média de aproximadamente 474,7 reais por mês.

Figura 12: Economia potencial média em reais na conta de água dos imóveis públicos

Fonte: Autora, 2023.

Nos imóveis comerciais caso não houvesse a tarifa fixa, em três dos cinco imóveis estudados, não haveria custo algum. Com o uso da água do telhado, todos os imóveis comerciais pagariam apenas a tarifa fixa, como demonstra a Figura 13.

Figura 13: Economia potencial média em reais na conta de água dos imóveis comerciais

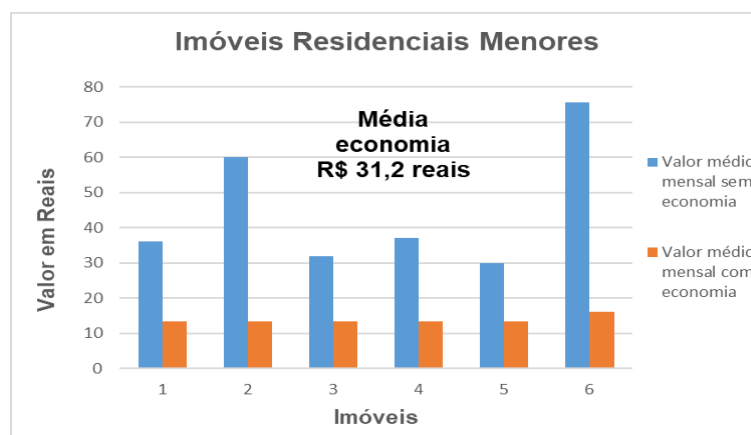
Fonte: Autora, 2023.

Observação: As tarifas fixas base utilizadas para os cálculos de economia dos imóveis comerciais, foram as mesmas dos imóveis residenciais maiores, visto que, a maioria desses comércios, pelo valor médio pago pela conta de seus imóveis, são equiparadas as tarifas fixas dos imóveis residenciais intermediários segundo a Embasa.

Já nos imóveis residenciais, entre os seis imóveis em estudo das duas tipologias, maiores e menores, apenas um iria pagar um pouco mais que a tarifa fixa caso fizesse uso do potencial de produção de água dos telhados. Nos imóveis residenciais menores em função da tarifa social, isto seria um pouco mais que R\$16,00 reais (Figura 14) e nos imóveis maiores o valor maior que seria pago é de aproximadamente

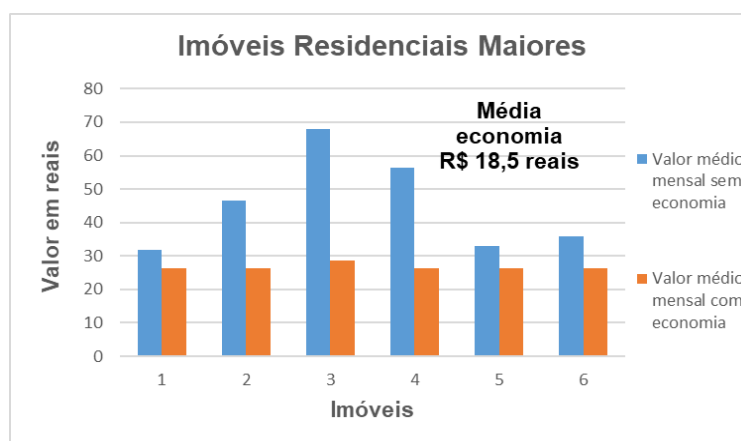
R\$28,56 reais na conta como mostra a Figura 15. Lembrando que as tarifas fixas (bases de consumo) dessas duas tipologias diferem uma da outra.

Figura 14: Economia potencial média em reais na conta dos imóveis residenciais menores



Fonte: Autora, 2023.

Figura 15: Economia potencial média em reais na conta dos imóveis residenciais maiores



Fonte: Autora, 2023.

Nas quatro tipologias em estudo observa-se (Tabela 7) uma economia significativa em reais na conta com o uso de água da chuva captada pelos telhados das próprias construções, o que indica a possível viabilidade econômica de se implementar um sistema de captação de água da chuva nestes nos imóveis.

Tabela 07: Valores médio pago na conta sem o uso, e com o uso de água da chuva

IMÓVEIS	VALOR MÉDIO MENSAL SEM ECONOMIA (R\$)	VALOR MÉDIO ESTIMADO COM ECONOMIA (R\$)
IP 1	88,06	13,4
IP 2	229,84	86,8
IP 3	894,23	86,8
IP 4	829,69	86,8
IP 5	457,84	86,8
IP 6	631,81	86,8
IP 7	918,35	279,7760267
IC 1	83,82	26,4
IC 2	86,41	26,4
IC 3	37,42	26,4
IC 4	67,2	26,4
IC 5	32	26,4
IR menor 1	36,03	13,4
IR menor 2	59,98	13,4
IR menor 3	31,98	13,4
IR menor 4	37,16	13,4
IR menor 5	30,02	13,4
IR menor 6	75,5	16,19607571
IR maior 1	31,92	26,4
IR maior 2	46,57	26,4
IR maior 3	67,96	28,56494241
IR maior 4	56,3	26,4
IR maior 5	32,86	26,4
IR maior 6	36	26,4

Fonte: Autora, 2023.

6.4 ESTIMANDO A VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE USO DE ÁGUA DOS IMÓVEIS ESTUDADOS

Para estimar a viabilidade econômica foi necessário estimar os custos de implantação de um sistema, estimado os custos dos reservatórios a serem adquiridos, dos equipamentos a serem utilizados e da mão de obra necessária para implantação do sistema.

6.4.1 Dimensionamento do reservatório

A partir do consumo médio de água por imóvel foi estimado o volume necessário do reservatório para atender as demandas de cada imóvel, Tabela 8 abaixo. Se 1 m³ é igual a 1000mil litros, então, um imóvel com o consumo 1m³ precisará de no mínimo um reservatório de 1000litros, na pesquisa foi considerado reservatório maior em alguns imóveis por não encontrar no mercado exatamente o volume compatível com o consumo do mesmo, então optou-se por reserva.

Assim verifica-se a necessidade de reservatórios de maior volume para imóveis públicos e comerciais, pois os mesmos possuem um consumo maior entre as tipologias de imóveis estudados.

Para atender a demanda média de consumo há imóveis que necessitariam de até 4 reservatórios com o volume de 20000lts, (maior volume de caixa d'água encontrada no mercado) para atender demanda do sistema.

Tabela 08: Estimativa do volume e quantidade de reservatórios para cada imóvel

IMOVEIS	Consumo medio m ³	Volume Caixa/Lts	Quantidade/Caixa	volumeCaixa/Lts	Quantidade/Caixa
IP1	1,3	2000	1		
IP2	19,6	20000	1		
IP3	51,3	20000	3		
IP4	47,3	20000	3		
IP5	26,5	10000	3		
IP6	40,16	20000	2		
IP7	51,3	20000	3		
IC1	5,56	3000	2		
IC2	5,6	3000	2		
IC3	9,6	10000	1		
IC4	6,2	3000	2		
IC5	5,6	3000	2		
IRp1	8,6	10000	1		
IRp2	3,6	3000	1		
IRp3	2,6	3000	1		
IRp4	3	3000	1		
IRp5	3,16	3000	1		
IRp6	12,16	10000	1	2000	1
IRg1	7,5	7500	1		
IRg2	11,5	10000	1	2000	1
IRg3	83,143	20000	4	3000	1
IRg4	11,3	10000	1	2000	1
IRg5	6	3000	2		
IRg6	10	10000	1		

Fonte: Autora, 2023

6.4.2 Cálculos os custos de materiais para implementação do sistema

Através da equação (7), foi feita a somatória dos custos dos materiais, reservatório e mão de obra, foi elaborado a tabela (anexo 7) onde é apresentado os valores médios dos materiais necessários para montagem de um sistema de captação de água da chuva para o uso para fins não potáveis, assim obtendo o custo total médio de um sistema para cada imóvel das diferentes tipologias dos imóveis estudado.

6.4.3 Estimando de viabilidade econômica para cada tipologia de uso

Utilizando-se da equação (5) foi possível calcular o valor economizado por mês com o uso do sistema. A partir desses valores obtive-se o total anual para cada imóvel na equação (6), e com os cálculos da equação (7) estipulou o custo total do sistema para cada imóvel.

Com médias gerais do custo total do sistema e, do valor economizado por ano entre os imóveis das tipologias elaborou-se a tabela 10 (Anexo 8), foi possível estimar a viabilidade econômica do sistema, estimando o tempo necessário para que a economia na conta de água obtida com o sistema pague o investimento feito com o mesmo (tempo de retorno do investimento), considerando a durabilidade do sistema – estimado por Rodrigues (2016) em 20 anos.

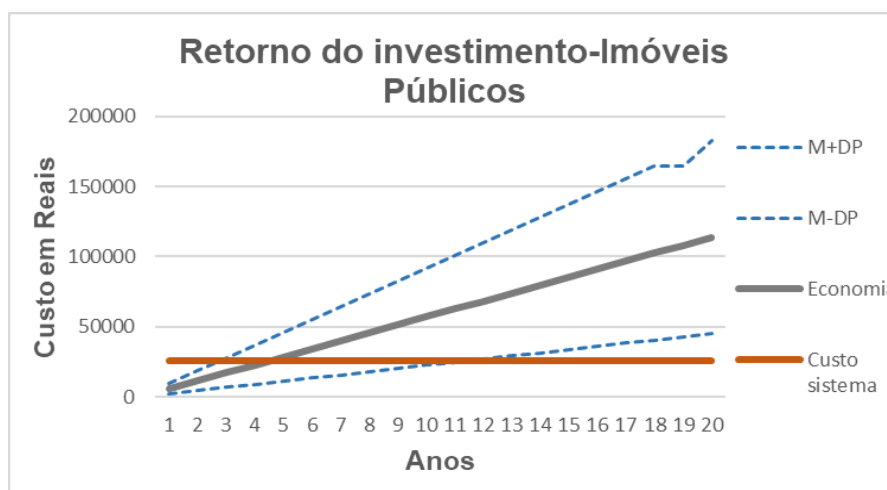
Assim, simulou-se o tempo médio de retorno do investimento para cada tipologia de imóveis em estudo confirmando-se com o encontro das retas do custo do sistema e valor economizado ao longo dos anos como mostra os gráficos abaixo (Figuras 16 a 19) (Rodrigues, 2016).

Em todos eles, a reta laranja representa o custo total do sistema a ser pago ao longo do tempo; a reta cinza é a variação de economia na conta de água acumulada ano após ano com captação da água de chuva, e os tracejados azuis significam os desvios padrão para mais e para menos respectivamente na economia.

Como fica claro na Figura 16, o tempo de retorno de investimento nos imóveis públicos, é de aproximadamente quatros anos e meio, um tempo relativamente pequeno considerando, o tempo estimado de durabilidade. A economia realizada durante o tempo de durabilidade do sistema pagaria cinco vezes o valor da implantação

do mesmo. Neste sentido Vasconcelos (2016) afirma que o poder público pode colaborar com redução despesas adotando uma postura que contribua para tornar eficiente o uso de água em prédios públicos com uma gestão apropriada de consumo.

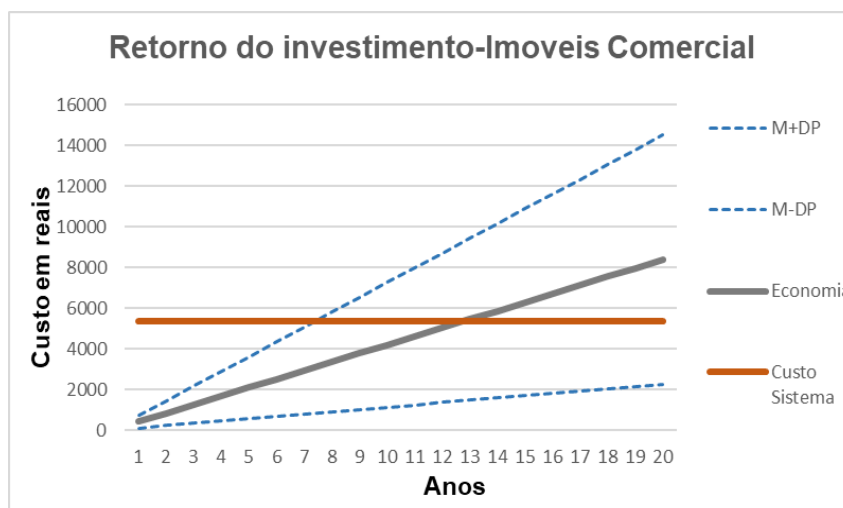
Figura 16: Tempo médio geral de retorno de investimento para imóveis públicos com Desvio Padrão para +/- na economia.



Fonte: Autora, 2023.

Nos imóveis comerciais o tempo de retorno do investimento aumenta para pouco menos de 13 anos a mais, como mostra a Figura 17. A economia realizada durante o tempo de durabilidade do sistema pagaria menos de duas vezes o valor de implantação do mesmo, mais ainda assim seria uma economia significativa (equivalente a mais de sete anos de conta).

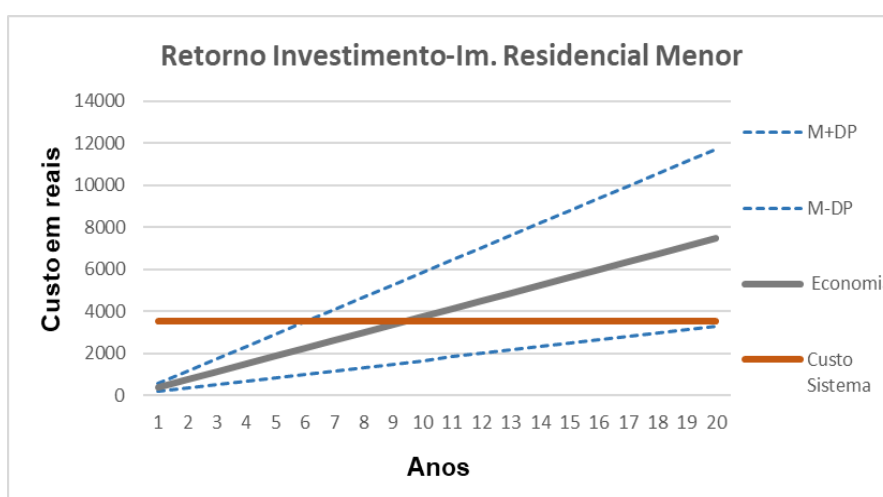
Figura 17: Tempo médio geral de retorno de investimento para imóveis comerciais com Desvio Padrão para +/- na economia



Fonte: Autora, 2023.

Ao observar os gráficos referentes aos imóveis residenciais, nota-se, uma grande diferença entre eles, no que se refere ao tempo de retorno do investimento. Na Figura 18, referente aos imóveis residenciais menores esse tempo é de quase dez anos para retorno de todo o investimento. A economia realizada durante o tempo de durabilidade do sistema pagaria um pouco mais de duas vezes o valor da implantação do mesmo, uma economia significativa (equivalente a um pouco mais de dez anos de conta).

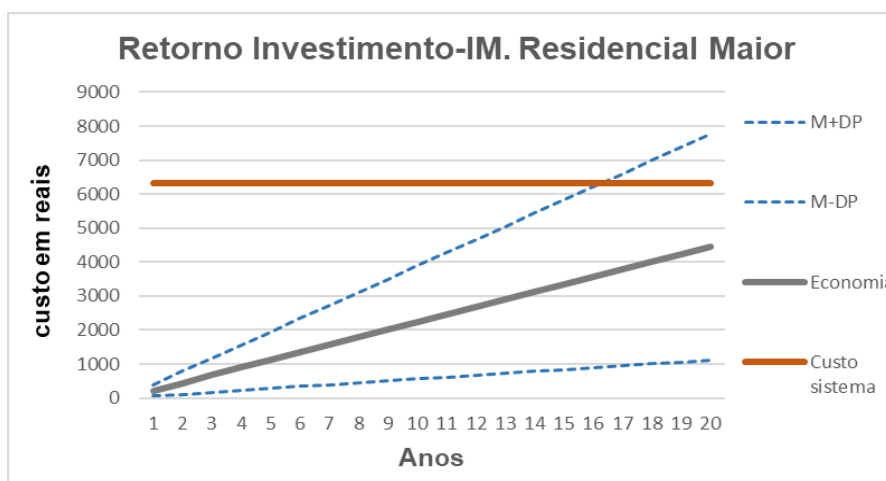
Figura 18: Tempo médio geral de retorno do investimento para imóveis residenciais menores com Desvio Padrão para +/- na economia



Fonte: Autora, 2023.

Já nos imóveis residenciais maiores (Figura 19) o tempo médio de retorno do investimento é maior que o tempo estimado de durabilidade do sistema, sendo inviável sua implantação levando em consideração a durabilidade do sistema.

Figura 19: Tempo médio geral de retorno de investimento para imóveis Residenciais Maiores com Desvio Padrão para +/- na economia



Fonte: Autora, 2023.

Essas diferenças de tempo médio retorno do investimento está relacionada diretamente com o consumo e os valores cobrados por metro cúbico para cada tipo de imóveis. Os valores cobrados pela taxa fixa em m^3 é maior em imóveis públicos e comerciais, e menor para residências maiores (intermediária) e ainda menor para as residências menores, se consideradas sociais, impactando no valor total cobrado na conta, variável considerada para estimar a economia para e obter retorno do investimento.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a execução do presente estudo foi possível constatar que há viabilidade econômica do aproveitamento e uso da água de chuva no município de Senhor do Bonfim nos imóveis públicos, comerciais e residenciais menores de acordo com os padrões de consumo e valores hoje cobrados nestas categorias. Os residenciais maiores não demonstram viabilidade de implantação do sistema, considerando a durabilidade do mesmo.

Analisando a informação da Embasa que são 33.781 residências rurais e urbanas, e que parte das residências não recebem água da barragem de Ponto Novo, mas são 1.795 imóveis comerciais e 227 públicos, considerando o consumo médio 7,66 m³ por mês nos imóveis residenciais, só nessa tipologia o consumo será de 258.762,5 m³, ou seja, de 93% do consumo total da água seria das residências, nos imóveis comerciais tendo em vista o consumo de 6,45 m³/mês será 11.577,75 m³/mês sendo igual a 4,1% do consumo total, nos públicos atendendo a 33,92 m³/mês do consumo médio, porem só são 227 imóveis públicos o resulta em 7.697,84 m³/mês, 2,7% do consumo total de água. Considerando esse consumo total de 278.000 m³ já é maior que o consumo total que a embasa diz que disponibiliza, mesmo sem considerar os 30% de perda, que são 230.645 m³/mês, mas isso se explica por parte do consumo vim de outras fontes que é da Barragem de Ponto Novo.

Então verificando o percentual de economia e o valor geral do consumo total de água 278.000 m³/mês, e aplica os percentuais de economia obtido para cada tipologia, de 0,63% para residenciais, 0,94% comerciais e 0,85% para os públicos, resulta no total médio 64,90% de economia no consumo total de água com o aproveitamento da água da chuva nos imóveis, lembrando é um número geral, mas que nos mostra uma economia bastante significativa, por mais que seja uma estimativa, por não conseguir, logico, todo mundo a fazer uso de água da chuva nos seus imóveis, mas tendo por exemplo metade dos residenciais usando, terá em média 80.000 m³/mês economizado, um impacto muito significativo economicamente com o aproveitamento de água da chuva, o que é praticamente metade do total entregue pela Embasa por mês, o que se justificaria facilmente a viabilidade do governo investir em subsídios de financiamento para que a população (famílias, empresas e órgãos) possam implantar de forma acessível um sistema de uso de água de chuva nos imóveis.

A viabilidade econômica em diferentes tipologias de uso permite sugerir a realização de estudos para elaboração de programas que financiem a implementação do sistema de captação de água da chuva, já que o impacto destes pode ser considerável tanto na segurança hídrica da população, na sustentabilidade do sistema, como para a cidade de Senhor do Bonfim. Assim podendo gerar diversos benefícios para áreas urbanas, minimizar os impactos causadas pelas longas estiagens, poluição dos corpos hídricos, redução de enchentes e potenciais conflitos gerados pelo o uso da água, problemas antigos e comuns às cidades brasileiras.

Se associarmos o uso da água de chuva com programas permanentes de conscientização da população para o uso consciente e racional da água, o impacto positivo destes sistemas aumenta ainda mais, principalmente na diminuição da pressão sobre os mananciais de abastecimento como a Barragem de Ponto Novo e como consequência a diminuição de investimentos em equipamentos, para aumentar a distribuição como resultado da crescente demanda sobre esse recurso.

O reaproveitamento das águas da chuva em áreas urbanas é uma questão prioritária quando se trata de municípios do semiárido, como é o caso de Senhor do Bonfim-BA, porque o mesmo vem sofrendo com repetidas crises hídrica, que acometem toda a região, por depender da água que vem, da maior e principal barragem da região localizado no vizinho município de Ponto Novo, impactando no fornecimento de água para muitos municípios.

Os resultados desta pesquisa podem servir para elaborar uma cartilha de uso/reuso da água de chuva em imóveis urbanos, para possível utilização em programas de educação e formação ambiental na cidade.

REFERÊNCIAS

A situação do consumo e desperdício de água no Brasil. **Água, blog**. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/consumo-e-desperdicio-de-agua>. Acesso em: 19/07/2023.

ABNT- **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Rio de Janeiro, 1997. Disponível: www.abnt.gov.br Acesso em: 14 de fevereiro de 2020.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**/Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2019. 75 p.il. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf. Acesso em 08/08/2023.

COSTA, André Rodrigues da; MACHADO, Jonas Alves; JAVOROUSKI, Sérgio Luiz. **Elaboração de um sistema para captação de água pluvial adequada ao consumo humano**. Curitiba, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT NBR15527 **Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis** – Requisitos, 2007.

Ata da 40ª Reunião Plenária Extraordinária do Comitê de Bacia de Hidrográfica do Rio Itapicuru. Disponível em: http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/files/Ata_-_XL_Plenria_Extraordinria_-_CBHI_-_25_de_setembro_de_2018_-_Antonio_Gonalves.pdf. Acesso em: 06 de Fevereiro de 2020.

Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012 / Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012** / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. 126 p. : il. color. ; 22 cm.

BEZERRA, Frederico de Moraes *et al.* Delimitação do semiárido-Relatório final. **Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste**, 2021. Disponível em: <http://antigo.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em 25/05/2023.

BICUDO, C.E.de M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B. , orgs. B583a **Águas do Brasil: análises estratégicas** / Carlos E. de M. Bicudo; José G. Tundisi; Marcos C. Barnsley Scheuenstuhl – São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224 p.

BONFIM NOTÍCIAS BA 2016 – **Minha Casa Minha Vida beneficia 448 famílias em Senhor do Bonfim**. Publicado em 8/08/2016

BRASIL, LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. **Política Nacional de Recursos Hídricos** Disponível: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso: 23/11/2022.

BRASIL, MINISTÈRIO DA SAÚDE PORTARIA nº518, de 25 março 2004. **Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências**. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/legislacao/portaria518_25_03_04.pdf. Acesso: 26/05/2023.

BRASIL. Portaria-GM/MS nº888, 4 de maio de 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br>. Portaria-GM/MS nº888, 4 de maio de 2021. LOPES, Marcelo Antônio Cartaxo Queiroga. Acesso em: 16/08/2023.

BRAZÃO, Abraão Jhony da Costa Brazão; SILVA, Renato Dantas Rocha da Silva. **Cenário de reuso de água no nordeste brasileiro: estudo de caso e desafios**. Primeiro congresso internacional da diversidade do semiárido, 2020.

BRITO, Cíntia; ALVES, Viviani Pineli; SABBAG, Simone. **Diagnóstico da situação do monitoramento da qualidade da água no Brasil**. Centro, v. 89, n. 14, p. 5, 2001.

CAMPOS, Arnaldo de; ALVES, Adriana Melo. **Programa água para todos: ferramenta poderosa contra a pobreza**. Disponível em: [https://www.mds.gov.br/webarquios/publicacao/brasil sem miseria/livro o brasil sem miseria/artigo 17 i.pdf](https://www.mds.gov.br/webarquios/publicacao/brasil%20sem%20miseria/livro%20o%20brasil%20sem%20miseria/artigo%2017%20i.pdf). Acesso em:15/12/2023.

CARVALHO, Nathália Leal Carvalho¹, HENTZ, Paulo Hentz², SILVA, Josemar Marques Silva³, BARCELLOS, Afonso Lopes Barcellos⁴. **Reutilização de águas residuárias**. *Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria* Revista Monografias Ambientais - REMOA e-ISSN 2236 1308 - V. 14, N. 2 (2014): Março, p. 3164 – 3171 Recebido em: 2014-01-14. Aceito em: 2014-02-19.

CAVALCANTE, Arnóbio de Mendonça Barreto Cavalcante; VASCONCELOS, Gabriella Carla Leite de Vasconcelos. **Comércio legal de cactos ornamentais: oportunidade para uso sustentável no semiárido do Brasil**. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 47, 2016, n. 1 – Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2016. v. 47: il.; 28 cm.

CEBDS; **CTAagua**-Estudo agua de Reuso-26082022.pdf.60paginas.

CEPED/UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais**: 1991 a 2012 / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. Volume Rio Grande do Norte. 103 p.

CETESB. **Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**. São Paulo, SP. Disponível em <<http://cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 12 de Fevereiro de 2020.

CETESB. **Reúso da água**. São Paulo. SP. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/gesta_reuso.asp>. Acesso em: 02/11/2019.

CHAVES, Giovanna Guido Chaves¹; MARTINS, Tatiana Loesch Martins²; BUENO, Rodrigo de Freitas Bueno³. **USO RACIONAL E REUSO DE ÁGUA EM EMPREENDIMENTOS CONSTRUÍDOS: ESTUDO DE CASO NO CLUBE-ESCOLA SESI VILA LEOPOLDINA** – São Paulo. InterfacEHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade - Vol. 10 no 2 – dezembro de 2015.

Clima de Senhor do Bonfim (Brasil). **ClimateData**. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/bahia/senhor-do-bonfim-42880/#climate-table>. Acesso em:25/05/2023.

Comunicado Técnico. Nova Delimitação do Semiárido. **Cnabrazil**. Edição 31/2023/14 de dezembro. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/storage/arquivos/Ed.31-CT-CNA-Nova-Delimitacao-Semiarido-14dezembro2023.pdf>. Acesso em: 15/12/2023.

COSTA, Emerson Bruno da Costa, PROPOSTA DE UM SISTEMA DE REUSO DE ÁGUA NOS BLOCOS DE SALA DE AULA DA UFERSA – CAMPUS ANGICOS/RN, 2019.

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE RECURSOS HIDRICOS. **Tecnologias alternativas de aproveitamento de águas**. Curso de Especialização em gestão de recursos hídricos. Disponível em: www.labhidro.ufsc.br/Artigos/TAAA.pdf. Acesso: 20 de Fevereiro de 2020.

DANTAS, Ariadne Lene Araújo Dantas. Sistema de reuso de águas pluviais para usos não nobres na cidade de Caicó-RN. Monografia-Angicos, 2020.

DECRETO Nº 24.643, DE 10 DE JULHO DE 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm. Acesso em: 26/11/2022.

Dicas de Economia. **Sabesp**. » Meio Ambiente » Uso Racional da Água » Dicas de economia » Em casa. Disponível em: <https://site.sabesp.com.br/site/interna/default.aspx?secaold=595>. Acesso em: 26/05/2023.

Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.

MONTEIRO, Maria Mariah; FARIAS, Wanderley Estanislau Costa. **Aproveitamento de águas de chuva por telhados: aspectos quantitativos e qualitativos**. / Maria Mariah Monteiro Wanderley Estanislau Costa de Farias. – Caruaru: A autora, 2012. 115p.: il. ; 30 cm.

G1 BA 2013 – **Moradores bloqueiam rodovia em protesto por falta de água na Bahia**. Publicado em 05/04/2013.

G1 BA 2017b – **Grupo bloqueia parte da BR 407 para pedir vazão ecológica para rio afetado por seca no norte da Bahia**. Publicado em 29/10/2017.

GIL, Antonio C, Gil. **Como elaborar um projeto de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOHRNGUER, S. S. **USO URBANO NÃO POTÁVEL DE EFLUENTES DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO. ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIO DE CAMPO LARGO - PR**. 2006. 238 f. Dissertação (Mestrado), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.

Governo Federal inicia o projeto básico do canal do sertão baiano. **Codevasf**. Publicado: 01 Nov. 2022. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/noticias/2022/governo-federal-inicia-projeto-basico-do-canal-do-sertao-baiano>. Acesso em: 18/12/2023.

Guia do Usuário Embasa Disponível em: www.embasa.ba.gov.br/images/documents/1121/20190411_REV_GuiaDoUsuario.pdf. Acesso: 06 de Fevereiro de 2020.

HESPANHOL, Ivanildo Hespanhol. **Potencial de Reuso de Água no Brasil Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aquíferos**. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 7 n.4 Out/Dez 2002, 75-95.

HESPANHOL, Ivanildo Hespanhol. **Um novo paradigma para a gestão de recursos hídricos**. estudos avançados 22 (63), 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. **Cidades: Senhor do Bonfim BA**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/senhor-do-bonfim/panorama> > Acesso em: 21 maio. 2023.

IPEA, **Catalogo de Políticas Públicas**. 1998 Proágua semiárido. Disponível em: <https://catalogo.ipea.gov.br/politica/463/proagua-semiarido>. Acesso em: 15/12/2023.

SENHOR DO BONFIM, **LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO DE SENHOR DO BONFIM**. Disponível em: (camarasenhordobonfim.ba.gov.br) Acesso em: 29/05/2023.

LUCENA1, C, Y, S.; SANTOS1, D, J, R.; SILVA1, P, L, S.; COSTA1, E, D.; LUCENA2, R, L,. **O REUSO DE ÁGUAS RESIDUAIS COMO MEIO DE CONVIVÊNCIA COM A SECA NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO**. Lucena et al., REGNE, Vol. 4, Nº Especial (2018).

Ministério da Agricultura e Pecuária. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/sobre-meteorologia>. Acesso em: 15/05/2023.

Município de Ponto Novo. **Cidade-Brasil**. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-ponto-novo.html>. Acesso em: 17/12/2023.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável-ODS. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/Brazil_Amigo_Pesso_Idosa/Agenda2030.pdf. Acesso: 06/11/2022.

OLIVEIRA, Felipe Paiva Silva de Oliveira. **DESAFIOS PARA GARANTIR O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPICURU, BAHIA**. DISERTAÇÃO; CRUZ DAS ALMAS 2017.

PEREIRA, Leandro Roncato Pereira1 PASQUALETTO, Antônio Pasqualetto2 MINAMI, Marco Y. M. Minami3. **VIABILIDADE ECONÔMICO/AMBIENTAL DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM EDIFICAÇÃO DE 100m² DE COBERTURA**, 2019.

PESSOA; João Pessoa. Governo Federal inicia a execução do projeto básico do Canal do Sertão Baiano. **Portal Baiano**. 22 fev.2022. Disponível em: <https://portalcorreio.com.br/governo-federal-inicia-execucao-do-projeto-basico-do-canal-do-sertao-baiano>. Acesso em: 04/07/2023.

PINHEL, André S.; SELLES, Ignez M.; M. JUNIOR, Icaro; DUARTE, Danielle M. R.; COSENTINO, Luis Guilherme F. **Projeto de aproveitamento água de chuva em escolas** - A2C. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA

DE CHUVA, 6., 2007, Belo Horizonte. Anais... . Belo Horizonte: S.n, 2007. v. 1, p. 1 - 6.

Plataforma de apoio à gestão integrada da infraestrutura hídrica e saneamento da Bahia. **Portal da águas**. Disponível em: <https://portaldagua.sih.s.ba.gov.br/portal/apps/sites/#/portalagua>. Acesso em: 09/08/2023.

Projeto de irrigação é reativado em ato público com participação da população: Disponível em: <http://pontonovo.ba.gov.br/site/2018/09/20/projeto-de-irrigacao-e-reativado-em-ato-publico-com-participacao-da-populacao/> Acesso em: 04 de Fevereiro de 2020.

PROJETO DE LEI DO SENADO Nº 58, DE 2016. **Disciplina o abastecimento de água por fontes alternativas**. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=3950606>. Acesso: 14 de fevereiro de 2020.

REBOUÇAS, Aldo C. **Água no Brasil: Abundância, desperdício e escassez**. V 13. P. 341 a 345, 2003. Disponível: <files.geografia24horas.webnode.com.br/200000068-0276f03713/Agua%20I.pdf>.

REBOUÇAS, Aldo da C. Rebouças. **Água e desenvolvimento rural. Estudo**. av. vol.15 no.43 São Paulo Sept./Dec. 2001.

RODRIGUES, Marina Lopes. **Dimensionamento de um sistema de captação da água da chuva no Centro de Energias Renováveis da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá-Unesp** / Marina Lopes Rodrigues– Guaratinguetá, 2016. 60 f. : il. Bibliografia : f. 55-58.

RODRIGUES, R.S. **As Dimensões Legais e Institucionais de Reúso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reúso no Brasil**, 2005. Dissertação

RODRIGUEZ, Raquel dos Santos Rodriguez. **As dimensões legais e institucionais do reuso de água no Brasil: proposta de regulamentação do reuso no Brasil/R.S.** Rodriguez. São Paulo, 2005. Dissertação (mestrado) - Escola politécnica Universidade de São Paulo. Departamento Engenharia de Hidráulica e Sanitária.

SANTANA, Daniel Richard Santana; MEDEIROS, Lídia Batista Pereira Medeiros. **Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinzas em edificações: padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção**. Brasília-DF: Março, 2017.

SECRETÁRIA INFRAESTRUTURA HÍDRICA e SANEAMENTO-SIHS, **Barragens no Estado se recuperam após período de chuvas**. Disponível em: www.sih.s.ba.gov.br/2019/05/423/Barragens-no-Estado-se-recuperam-apos-periodo-de-chuvas.html. acesso: 04 de Fevereiro de 2020.

SENHOR DO BONFIM. **Infosanbas**. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/senhor-do-bonfim-ba/#abastecimento-de-agua>. Acesso em: 19/12/2023.

SENHOR DO BONFIM. LEI MUNICIPAL 1184/2010 **Política Ambiental**. Disponível: https://senhordobonfim.ba.gov.br/wp-content/uploads/2022/10/01.SENHOR-MUNICIPAL-No-1184_MEIO-AMBIENTE1-1-1.pdf. Acesso em: 29/05/2023.

SILVA, Geisa Luiza Macêdo Silva, SILVA, Diamile Patricia Lucena da Silva, SILVA, Sidnei Pereira da Silva. **Avaliação dos impactos ambientais negativos ocorridos nas nascentes do rio gruna / estudo de caso no município de Senhor do Bonfim-ba.** IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Salvador/BA – 25 a 28/11/2013.

SILVA, Manoel Mariano Neto da; LIMA, Daniela de Freitas; CARVALHO, Carla Caroline Alves; NETO, Messias Fernandes; JUNIOR, Almir Mariano de Sousa. **A crise hídrica no estado do rio grande do norte.** 73., 2016, Foz do Iguaçu. Anais. Foz do Iguaçu: S.n., 2016. v. 1, p. 1 - 4.

SILVA, Mayssa Alves da Silva¹ SANTANA, Claudemir Gomes de Santana². **REUSO DE ÁGUA: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas.** REVISTA DO CEDS Periódico do Centro de Estudos em Desenvolvimento Sustentável da UNDB N. 1 agosto/dezembro 2014 – Semestral Disponível em: <http://www.undb.edu.br/ceds/revistadoceds>.

Tarifas. **Embasa.** Disponível em: <https://www.embasa.ba.gov.br/index.php/servico/central-de-servicos/tarifas/4074-tarifas-2022>. Acesso em: 02/06/2023.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva: **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** São Paulo: Navegar, 2003.

TORQUATO, Alex Sanches Torquato, MOREIRA, Arildo, BITTENCOURT, Paulo Rodrigo Stival Bittencourt. **Captação e utilização de águas pluviais para fins não potáveis.** Vol.24,n.2,pp.47-54 (Out - Dez 2015). Revista UNINGÁ Review.

Transformando nosso mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, A/RES/70/1. Traduzido do inglês pelo Centro de Informação das Nações Unidas para o Brasil (UNIC Rio) e revisado pela Coordenadoria-Geral de Desenvolvimento Sustentável (CGDES) do Ministério das Relações Exteriores do Brasil. Última edição em 11 de fevereiro de 2016. Disponível em: https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/Brasil_Amigo_Pesso_Idosa/Agenda2030.pdf. Acesso em:15/12/2023.

TUNDISI, José Galízia. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** REVISTA USP, São Paulo, n.70, p. 24-35, junho/agosto 2006.

TUNDISI, José Galízia. **Recursos Hídricos no Futuro: Problemas e soluções.** – 2006. Disponível: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a02.pdf>

TUNDISI, José Galízia. **Recursos Hidricos.** São Carlos – São Paulo, outubro de 2003.

ANEXOS

ANEXO 1 - Solicitação de autorização para pesquisa acadêmica-científica



Av. José de Sá Maniçoba, s/n – Centro – Petrolina-PE – CEP 56.304-205
Petrolina – Tel/Fax (87) 2101-6773 – CNPJ 05.440.725/0001-14 - Colegiado de Geografia-Campus Senhor do Bonfim-BA – Discente: Maricleia Neri dos Santos Moreira Email: maricleianeri@gmail.com

SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICO-CIENTÍFICA

Através do presente instrumento, solicitamos do Gestor, Gestora (gerente ou secretário)

da _____

_____, autorização para realização da pesquisa integrante do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de licenciatura de Geografia da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) campus Senhor do Bonfim-BA da acadêmica Maricleia Neri dos Santos Moreira, portadora do RG 1484575253, orientada pelo Professor Dr. Gustavo Hees Negueiros, tendo como título preliminar **AVALIAÇÃO COMPARATIVA DE VIABILIDADE DE USO/REÚSO DE ÁGUA EM CONSTRUÇÕES DE DIFERENTES TAMANHOS NO MUNICÍPIO DE SENHOR DO BONFIM-BAHIA**. A coleta de dados será feita através da aplicação de um questionário contendo dezesseis (16) questões, conforme modelo em anexo. Informo que não haverá custos para a instituição e, na medida do possível, não iremos interferir na operacionalização e/ou nas atividades cotidianas da mesma. Igualmente, assumo o compromisso de utilizar os dados obtidos somente para fins científicos.

Agradeço antecipadamente seu apoio e compreensão, certo de sua colaboração para o desenvolvimento da pesquisa científica.

Atenciosamente, _____ .

Anexo 2 - Questionário imóveis Públicos

Imóveis públicos

--

Caracterização da atividade pública e seu uso de água

1. Qual o nome da instituição pública? _____
2. Qual o endereço do imóvel?
3. Qual atividade realizada no imóvel?
 - a) Escola ()
 - b) Hospital ()
 - c) Câmara de Vereadores ()
 - d) Prefeitura ()
 - e) Outros
4. Qual período de funcionamento das atividades?
5. Quais são os usuários?
 - a) Funcionários sim () não () Quantidade ()
 - b) Clientes internos sim () não () Quantidade ()
 - c) Clientes externos sim () não () Quantidade ()
 - d) Outros? _____ Quantidade ()

Qualificar oferta e demanda

6. Quais as atividades consumidoras de água?
 - a) Banheiros para funcionários sim () não ()
 - b) Banheiros para clientes sim () não ()
 - c) Chuveiros para funcionários sim () não ()
 - d) Chuveiros para clientes sim () não ()
 - e) Pias para lavagem de mãos sim () não ()
Quantas? ()
 - f) Outros _____

7. Quais as principais fontes de água?
 - a) EMBASA sim () não ()
 - b) Poço próprio sim () não ()
 - c) Outros?

8. Qual o histórico de consumo de água do seu imóvel nos últimos seis meses atuais?

Mês/Ano	Consumo (m ³ /mês)	Custo

9. Possuem lavanderias? Se sim qual a frequência de utilização?

10. Quanto á limpeza interna?

- a)Cozinhas sim () não () frequência/mês ()
b)Refeitórios sim () não () frequência/mês ()
c)Salas sim () não () frequência/mês ()
d)banheiros sim () não () frequência/mês ()
e)corredores sim () não () frequência/mês ()
f)Outros?

11. Quanto á limpeza externa?

- a)Pátios sim () não () frequência/mês ()
b)Janelas sim () não () frequência/mês ()
c)Quadras sim () não () frequência/mês ()
e)Outros?

Outras Informações sobre o imóvel

12. Qual a área total do imóvel?-----

13. Qual tamanho de área construída?-----

14. Qual o tamanho total do telhado?-----

15. Qual o tipo de telhado do imóvel?

- a)Telhas de fibrocimento ()
b)Telhas de cerâmica ()
c)Telhas de concreto ()
d)Telhado de metálico ()
e)Outros-----

16. Possuem áreas externas?

- a)Jardins sim () não ()
b)Piscinas sim () não ()
c)Pátios sim () não ()
d)Auditórios sim () não ()
e)Outros?_____

ANEXO 3 - Questionário Imóveis Comerciais

Imóveis Comerciais

Caracterização da atividade comercial e seu uso de água

1. Nome da loja/comércio:_____
2. Endereço para localização-----
3. Qual o ramo/tipo da atividade comercial realizada?
 - a) Comércio varejista ()
 - b) Bares e restaurantes ()
 - c) Supermercados ()
 - d) Outros-----
4. Qual o período de funcionamento das atividades comerciais?
5. Quais são os usuários?

a) Funcionários	sim () não ()	Quantidade ()
b) Clientes	sim () não ()	Quantidade ()
d) Outros?_____		Quantidade ()
6. Quantos clientes frequentam o estabelecimento diariamente?

a) Até 50 ()	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 100%;"></div>
b) De 50 a 100 ()	
c) De 100 a 150 ()	
d) De 150 a 200 ()	
e) De 200 a 300 ()	
f) De 300 a 500 ()	
g) De 500 a 750 ()	
h) De 750 a 1000 ()	
i) Mais de 1000 ()	

Qualificar oferta e demanda

7. A água é utilizada na atividade comercial? Sim () Não ()
8. Caso sim, como?-----
9. Quais outras atividades consomem água no estabelecimento?

a) Banheiro para funcionários?	Sim () Não ()
b) Chuveiro para funcionários?	Sim () Não ()
c) Banheiro para clientes?	Sim () Não ()
d) Pia para lavagem de mão?	Sim () Não ()
e) Lavagem de banheiros	Sim () Não ()

Frequência: _____

f) Lavagem da área do estabelecimento Sim () Não ()

Frequência: _____

g) Outros usos: _____

10. Qual o uso que os clientes fazem de água no estabelecimento?

a) Nenhum

b) Uso esporádico de banheiro

c) Lavam as mãos

d) Outros: _____

11. Qual(ais) a(s) principal(ais) fonte(s) de abastecimento de água?

EMBASA Sim () Não ()

Poço próprio Sim () Não ()

Outros: _____

12. Qual o consumo médio mensal: _____ Valor pago Reais _____

13. Histórico de consumo:

Mês/Ano	Consumo (m3/mês)	Valor Pago

Outras informações do Imóvel

14. Qual o total da área do imóvel (m²)?-----

15. Qual o tamanho da área construída?-----

16. Qual o tamanho total do telhado?-----

17. Qual o tipo de telhado?

a) Telhas de fibrocimento ()

b) Telhas de cerâmica ()

c) Telhas de concreto ()

d) Telhado de metálico ()

e) Outros-----

18. Possuem áreas externas?

a) Jardins sim () não ()

b) Piscinas sim () não ()

c) Pátios sim () não ()

d) Auditórios sim () não ()

e) Outros? _____

ANEXO 4 - Questionário Imóveis Residenciais menores e maiores

Questionário



Caracterização do Imóvel residencial e seu uso de água

1. Qual o endereço do imóvel? -----
2. Qual o tipo de imóvel? -----
3. Qual o total de área do imóvel? -----
4. Qual tamanho de área construída? -----
5. Qual o tamanho total do telhado? -----
6. Qual o tipo de telhado do imóvel?
 - a) Telhas de Cerâmicas sim () não ()
 - b) Telhas de fibrocimento sim () não ()
 - c) Telhas de concreto sim () não ()
 - d) Telhado de metálico sim () não ()
 - e) Outros?-----
7. Quantas pessoas residem neste imóvel?-----

Qualificar oferta e demanda

8. Quais as atividades consumidoras de água?
 - a) Banhos sim () não () frequência/dia ()
 - b) descargas vaso sanitário sim () não () frequência/dia ()
 - c) Pias lavagem de mãos sim () não () frequência/dia ()
 - d) Lavagem de louças sim () não () frequência/dia ()
 - e) lavagem de roupas sim () não () frequência/dia ()
 - f) Limpeza interna sim () não () frequência/dia ()
 - g) Outras?
9. Possuem ou lavam carros, motocicletas, pátios, garagem? Se sim, quantos e qual frequência de lavagem?-----
10. Possuem áreas externas?
 - a) Jardins sim () não ()
 - b) piscinas sim () não ()
 - c) Outros
11. Qual o período de consumo de água?-----
12. Quais as principais fontes de água no imóvel?
 - a) EMBASA sim () não ()
 - b) Poço próprio sim () não ()
 - c) Outros?

ANEXO 5 - Tabela 9: Quantitativo do consumo médio de água m³ e reais em seis meses dos imóveis

IMÓVEIS	CONSUMO MEDIO de SEIS MESES (m³)	CONSUMO MÉDIO de SEIS MESES (reais)
IP1	1,3	88,06
IP 2	19,6	229,84
IP3	51,3	894,22
IP4	47,3	829,68
IP5	26,5	457,83
IP6	40,16	631,81
IP7	51,3	918,35
IC1	5,56	83,82
IC2	5,6	86,41
IC3	9,3	37,42
IC4	6,2	67,20
IC5	5,6	32
IRmenor1	8,6	36,03
IRmenor2	3,6	57,97
IRmenor3	2,6	31,97
IRmenor4	3	37,16
IRmenor5	3,16	30,01
IRmenor6	12,16	75,50
IRmaior1	7,5	31,91
IRmaior2	11,5	46,57
IRmaior3	12,5	61,96
IRmaior4	11,3	56,30
IRmaior5	6	32,85
IRmaior6	10	36

Fonte: Autora, 2023.

ANEXO 6 - Tabela 10: Precipitação mensal acumulada de Senhor do Bonfim no período de 12 anos

Mês/Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Media Mensal (mm)
Janeiro	72,6	34,6	3	78,4	10,2	2,4	141,8		28	7,6	86,2		46,48
Fevereiro	48,2	61	145,2	0,6	28,6	236,6	50,2	0,4	70,4	85	18,2	31,8	64,68
Março	100,8	97,2	3,6	2,4	37,4		40,4	48,4	168,8	102,8	125	9,4	66,93
Abril	75	133,8	2	193,8	177,4		15,8	22,2	32,6	51,8	305,2	120	102,69
Mai	39,8	179,4	25,4	60,6	102,4	85	100,2	42,2	107,4	10,6	258,6	58,8	89,2
Junho	190,6	34,6	22,6	48,4	16,4	8,4	14,4	88,2	89,4	66	151,2	32,2	63,53
Julho	133,6	22,2	45,4	186,4		13,4	6,6	119	8,4	68,2	71,6	85,4	69,11
Agosto	42,6	23,6	66,8	44,6		22,8	20,6	13,8	15,4	35	88,8	18,4	35,67
Setembro	92,8	12,8	14,6	25,6	1,4	7,2		177,8	5,4	15,6	24,8	3	34,64
Outubro	60,4	25,4		40,6		13,2		12,6	45,6	32,4	10,6	34,4	30,58
Novembro		66,6		18,8		14	32,2	27,8	23,6	6,6	146,4	84,4	46,71
Dezembro	132,8	18,4	12,4	206,8	24,4	6		32,4	88,4	87,6			67,69

Fonte: Elaborado pela autora com base dados obtidos INMET, 2023.

ANEXO 7 - Tabela 11: Custos estimados para montagem de um sistema de aproveitamento e uso de água dos telhados para cada imóvel estudado por tipologia de uso.

IMÓVEIS	Custo Calhas/canos (em reais)	Custo Caixa (em reais)	Custo Instalação (em reais)	Custo total Sistema (em reais)
IP1	1840,4	1073,9	300	3214,3
IP2	1403,3	11899	180	13482,3
IP3	2788	35697	660	39145
IP4	4553,6	35697	1800	42050,6
IP5	1798	14229,6	300	16327,6
IP6	2776,3	23798	660	27234,3
IP7	2079,9	35697	360	38136,9
IC1	1671,4	3345,2	240	5256,6
IC2	2363,7	3345,2	480	6188,9
IC3	1073,5	4743,2	120	5936,7
IC4	1447,4	3345,2	180	4972,6
IC5	915,4	3345,2	60	4320,6
IRmenor1	619,8	4743,2	60	5423
IRmenor2	601,7	1672,6	60	2334,3
IRmenor3	501,4	1672,6	60	2234
IRmenor4	601,7	1672,6	60	2334,3
IRmenor5	601,7	1672,6	60	2343,3
IRmenor6	601,7	5817,1	60	6478,8
IRmaior1	818,8	5882	60	6760,8
IRmaior2	915,4	5817,1	60	6792,5
IRmaior3	762	6415,8	60	7237,8
IRmaior4	949,2	5817,1	120	6886,3
IRmaior5	835,7	3345,2	60	4240,9
IRmaior6	1121,2	4743,2	120	5984,4

Fonte: Autora, 202

ANEXO 8 - Tabela 12: Médias gerais os valores economizados e custo do sistema ao longo de 20 anos

Ano	IMOVEIS PUBLICOS		IMOVEIS COMERCIAL		IMOVEIS MENORES		IMOVEIS MAIORES	
	Economia/ano	Valor sistema	Economia ano	Valor Sistema	Economia ano	Valor Sistema	Economia ano	Custo sistema
1	5696	25655,9	419,6	5335,1	374,9	3523,1	222,1	6317,1
2	11392	25655,9	839,2	5335,1	749,8	3523,1	444,2	6317,1
3	17088	25655,9	1258,8	5335,1	1124,7	3523,1	666,3	6317,1
4	22784	25655,9	1678,4	5335,1	1499,6	3523,1	888,4	6317,1
5	28480	25655,9	2098	5335,1	1874,5	3523,1	1110,5	6317,1
6	34176	25655,9	2517,6	5335,1	2249,4	3523,1	1332,6	6317,1
7	39872	25655,9	2937,2	5335,1	2624,3	3523,1	1554,7	6317,1
8	45568	25655,9	3356,8	5335,1	2999,2	3523,1	1776,8	6317,1
9	51264	25655,9	3776,4	5335,1	3374,1	3523,1	1998,9	6317,1
10	56960	25655,9	4196	5335,1	3749	3523,1	2221	6317,1
11	62656	25655,9	4615,6	5335,1	4123,9	3523,1	2443,1	6317,1
12	68352	25655,9	5035,2	5335,1	4498,8	3523,1	2665,2	6317,1
13	74048	25655,9	5454,8	5335,1	4873,7	3523,1	2887,3	6317,1
14	79744	25655,9	5874,4	5335,1	5248,6	3523,1	3109,4	6317,1
15	85440	25655,9	6294	5335,1	5623,5	3523,1	3331,5	6317,1
16	91136	25655,9	6713,6	5335,1	5998,4	3523,1	3553,6	6317,1
17	96832	25655,9	7133,2	5335,1	6373,3	3523,1	3775,7	6317,1
18	102528	25655,9	7552,8	5335,1	6748,2	3523,1	3997,8	6317,1
19	108224	25655,9	7972,4	5335,1	7123,1	3523,1	4219,9	6317,1
20	113920	25655,9	8392	5335,1	7498	3523,1	4442	6317,1

Fonte: Autora, 2023.