



**Ministério da Educação
Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica**

**DIRETORIA DE ENSINO DO CAMPUS DE SALVADOR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
COORDENAÇÃO DO CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM EDIFICAÇÕES**

**AMANDA LYRA FERREIRA
CAMILE SILVA NOLASCO SANTOS
TAINALE MACHADO SANTOS**

**REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR:
UM ESTUDO DE CASO EM SALVADOR/BA**

SALVADOR

2023

AMANDA LYRA FERREIRA
CAMILE SILVA NOLASCO SANTOS
TAINALE MACHADO SANTOS

**REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR:
UM ESTUDO DE CASO EM SALVADOR/BA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao IFBA-Campus Salvador, como requisito parcial para aprovação no Curso Técnico Integrado de Edificações.

Orientadora: Professora Me. Virgínia Silva Neves

SALVADOR
2023

**DIRETORIA DE ENSINO DO CAMPUS DE SALVADOR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
COORDENAÇÃO DO CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM EDIFICAÇÕES**

AMANDA LYRA FERREIRA
CAMILE SILVA NOLASCO SANTOS
TAINALE MACHADO SANTOS

**REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR:
UM ESTUDO DE CASO EM SALVADOR/BA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do grau de Técnico em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

Virgínia Silva Neves (Orientadora) _____

Mestra e Engenheira Sanitarista e Ambiental, Instituto Federal Ciência e Tecnologia da Bahia campus Salvador - IFBA

Acelio Rodrigues Souza _____

Mestre e Licenciado em Matemática, Instituto Federal Ciência e Tecnologia da Bahia campus Salvador - IFBA

Aristides Fraga Lima de Filho _____
Doutor e Engenheiro Agrônomo, Instituto Federal Ciência e Tecnologia da Bahia campus Salvador - IFBA

Aprovada em 05/02/2024

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus por nos proporcionar obstinação para alcançarmos a conclusão desta pesquisa e curso.

Somos gratas ao incentivo e suporte oferecido por nossos familiares e amigos, que acreditaram em nosso potencial para completar essa árdua jornada que a vida nos apresentou.

Também agradecemos a nossa orientadora Virgínia da Silva Neves e a docente Rafaela Lino Izeli pela dedicação e valiosas contribuições oferecidas para o desenvolvimento deste documento.

Por fim, somos gratas ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - Campus Salvador e à banca examinadora pelo comprometimento com a qualidade e excelência educacional.

RESUMO

A água doce é um bem indispensável à sobrevivência da humanidade na Terra. Entretanto, devido a interferência negativa dos seres humanos nos recursos naturais, como o desmatamento e o consumo desenfreado, esse bem tão precioso atualmente corre o sério risco de se esgotar nos reservatórios subterrâneos - aquíferos - do planeta. Portanto, para alterar este cenário é fundamental ampliar o processo de conscientização da sociedade global com respeito a sua intervenção no meio ambiente, para que assim o ciclo hidrológico, que permite a recarga dos aquíferos, não entre em desequilíbrio e a vida humana na Terra chegue ao fim. O objetivo central deste trabalho é discorrer sobre as possibilidades de reutilização de água pluvial em residências unidomiliares utilizando para esse fim uma proposta de estudo de caso na capital baiana. Desse modo, o presente TCC apresenta uma proposta de um sistema de captação e reaproveitamento de água de chuva em uma unidade unidomiliar de classe média em Salvador/BA. Esse contextualiza sobre a presença e distribuição da água no Brasil e no mundo, os diferentes usos da água pluvial, os dados que são necessários para execução deste tipo de projeto, seus principais componentes e as considerações obtidas por meio do estudo de caso. Para a análise das vantagens e desvantagens econômicas do sistema de reutilização, o TCC em questão também conta com informações disponibilizadas pelos registros do consumo de água da residência, onde destacam-se os valores pagos para a concessionária de água local e o percentual de água potável que poderá ser substituído pela água de chuva em seu uso nas descargas sanitárias da edificação localizada no bairro de Jardim Placaford. A partir do orçamento apresentado, com um valor final estimado em R\$ 4.058,32 e a economia de água potável anual, para sua implementação no período de 01/02/2023 a 31/01/2024, equivalente a R\$ 215,18, se conclui que, nas condições apresentadas, seria necessário aproximadamente 20 anos para retorno do investimento.

Palavras-chave: Água pluvial; Reaproveitamento; Residência unidomiliar.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Distribuição da água doce nos continentes.....	12
Figura 2	Palácio de Knossos.....	15
Figura 3	Seção de cisterna filtrante com poço raso em uma praça de Veneza.....	16
Figura 4	Regiões hiperativas, áridas, Semiáridas e subúmidas da Terra.....	17
Figura 5	Parâmetros de qualidade para uso da água não potável.....	19
Figura 6	Ilustração esquemática de um sistema de aproveitamento de água pluvial (Escoamento por Gravidade).....	22
Figura 7	Ilustração esquemática de um sistema de aproveitamento de água pluvial (Escoamento por Bombeamento).....	23
Figura 8	Localização do objeto de estudo.....	25
Figura 9	Controle da Residência.....	27
Figura 10	Mapa de localização das Estações Hidrológicas e Meteorológicas..	28
Figura 11	Levantamento dos dados pluviométricos da estação de monitoramento, RN-PL-01 - Salvador (Abaeté) - RN-PL-01.....	29
Figura 12	Gráfico pluviométrico da estação de monitoramento RN-PL-01 - Salvador (Abaeté) - RN-PL-01 na bacia Rios Locais Vertente Oceano Atlântico.....	30
Figura 13	Média de consumo de 2023.....	32
Figura 14	Planta de Cobertura.....	34
Figura 15	Dados pluviométricos das chuvas médias mensais dos anos de 2018 até 2023.....	36
Figura 16	Volume de água pluvial captado por cada Água de Telhado - Baseado na série histórica do mês de Setembro.....	38
Figura 17	Dimensionamento de reservatório pelo Método da Simulação.....	40
Figura 18	Separador de águas de chuva.....	43
Figura 19	Dosador de cloro automático.....	44
Figura 20	Sistema de captação de água de chuva na residência - Corte A....	45
Figura 21	Sistema de captação de água de chuva na residência - Corte B....	46
Figura 22	Lista dos componentes do sistema.....	47
Figura 23	Resultados Previstos com a Instalação do Sistema de Captação e Reuso de Água Pluvial.....	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CODESAL	Defesa Civil de Salvador
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEC	Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor
INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
NMP	Número mais provável
ONU	Organização das Nações Unidas
pH	Potencial hidrogeniônico
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.
UT	Unidades de turbidez
µS	Micro-Siemens

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 A PRESENÇA DA ÁGUA NO PLANETA	11
2.1 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA	11
2.2 ÁGUA PLUVIAL	13
3 REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	14
3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	14
3.2 CARACTERIZAÇÃO.....	17
3.3 LEGISLAÇÃO.....	23
4 METODOLOGIA	25
4.1 CARACTERIZAÇÃO SOCIAL, ECONÔMICA E AMBIENTAL DO BAIRRO JARDIM PLACAFORD.....	25
4.2 DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA CIDADE DE SALVADOR-BA.....	27
4.3 LEVANTAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL NA RESIDÊNCIA.....	30
4.3.1 Dimensionamento Do Reservatório Principal - Consumo Diário	31
4.3.2 Levantamento Do Consumo Da Residência	32
4.3.3 Volume De Água Pluvial Coletado	33
4.4 DIMENSIONAMENTO.....	38
4.4.1 Reservatório De Armazenamento De Água Pluvial	38
4.4.2 Reservatório de Descarte	41
4.4.3 Uso da Água e Componentes do Sistema de Captação	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
REFERÊNCIAS	51
APÊNDICE	55

1. INTRODUÇÃO

Durante gerações, a água presente na Terra tem sustentado a vida de milhares de seres vivos. Contudo, em 1992 a Organização das Nações Unidas (ONU) indicou que dos 3% de água doce existentes no mundo, apenas 1% desta é considerada potável e própria para o consumo humano.

Dessa forma, proteger esse bem tão valioso torna-se vital para a preservação da vida humana no planeta. Entretanto, devido à interferência do ser humano nos últimos séculos, como o desmatamento e a extração excessiva de água de aquíferos, rios e lagos, a capacidade de recomposição dos lençóis artesianos que abastecem as fontes de água doce foi prejudicada.

A extração exacerbada de bens hídricos é uma realidade que também pode ser vista em território brasileiro. Conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2019, o cidadão brasileiro conseguiu desprender, de forma direta, 154 litros de água diariamente. Um valor equivalente a 44 litros a mais que a quantidade sugerida pela ONU, que é equivalente a 110 litros por dia. Com isso, a média de consumo individual de água no país conseguiu alcançar, aproximadamente, 56 mil litros anuais. Caso esse cenário persista, o montante de fluido que pode ser ingerido pela população local pode se esvair até findar (BRASIL, 2019).

Como prevenção contra esse tipo de episódio, uma medida importante para a redução do uso inapropriado dos recursos hídricos pode ser adotada. Além da conscientização da própria população e a criação de políticas públicas pelo Estado, a implementação de um sistema de reutilização de águas pluviais em residências, como o proposto por essa pesquisa, seria uma das soluções viáveis para esse problema.

Esse tipo de sistema se consagra eficaz pela possibilidade de coleta gratuita da água da chuva, seu armazenamento e cloração em reservatórios domésticos, assim como, posteriormente, seu uso para fins não nobres, ou seja, para atividades que não requerem a potabilidade do fluido. Por conseguinte, isso resultaria na redução do consumo de água proveniente do sistema público e conseqüentemente, na diminuição de despesas com a conta de água, assim como, a menor extração desse recurso das fontes naturais.

Diante da necessidade de preservar os recursos hídricos, este trabalho de conclusão de curso propõe o dimensionamento de um sistema sustentável, econômico e eficiente de reutilização de água da chuva para uma residência unifamiliar, de classe média, localizada no bairro de Jardim Placaford, em Salvador. Ao longo deste trabalho, esse estudo de caso descritivo e qualitativo será desenvolvido através da apresentação de uma solução prática para o uso da água pluvial.

Este TCC está dividido em 6 tópicos. Após a Introdução, no segundo capítulo é apresentada informações a respeito da relevância da água no Brasil e no mundo, assim como é abordado os diferentes cenários, ao longo da história, onde o aproveitamento das águas da chuva se fez presente. No terceiro ponto ocorre a descrição da definição e do funcionamento de um sistema de reaproveitamento de água pluvial. No tópico quatro há exposição da metodologia do estudo que caso, trabalhado neste documento, onde foram coletadas informações a respeito do consumo de água, sem o seu reaproveitamento, de um domicílio de dois pavimentos com área aproximada de 97,56 m². Após esse processo, com o auxílio de normas técnicas, pesquisas e outros projetos semelhantes, foram analisados os projetos arquitetônico e hidráulico da residência e simultaneamente foram buscadas diferentes maneiras de se implantar um sistema de reutilização de água da chuva na edificação, visando a redução a médio prazo do consumo de água da concessionária.

2. A PRESENÇA DA ÁGUA NO PLANETA

2.1 DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA

A água é um recurso natural essencial para a preservação da vida humana na Terra. Estima-se que no mundo existam cerca de 97,5% de água salgada, sendo esta considerada inadequada para a ingestão direta ou irrigação de culturas. Enquanto isso, os 2,5% de água doce restantes são, em sua grande maioria, de difícil captação devido a maior parte de suas fontes estarem localizadas em pontos de difícil acesso e extração, como ocorre com as geleiras que sozinhas representam um percentual de 69% desta parcela, junto com os aquíferos (30%) e os rios (1%) (BRASIL, 2023).

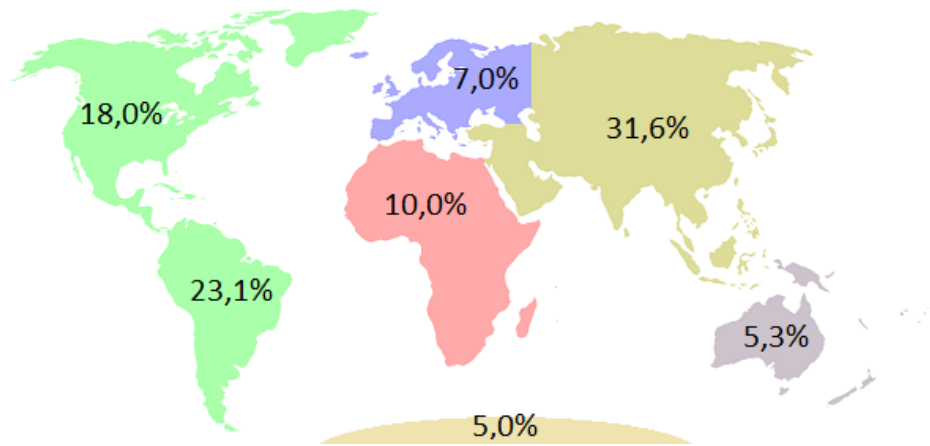
Conforme apresentado na Figura 1, a proporção de água doce disponível no globo está disposta de maneira desigual entre os continentes. À medida que a temperatura do planeta se eleva e gera drásticas alterações climáticas, como extensos períodos de estiagem, este patrimônio hídrico vem sendo cada vez mais cobiçado, especialmente, em áreas onde a água é naturalmente escassa. No tocante, além dos fatores climáticos, a constituição, disposição e uso irresponsável dos recursos fornecidos pelas bacias hidrográficas também podem contribuir para conflitos hídricos ao redor do mundo.

A título de exemplo, os rios asiáticos Tigre e Eufrates, que permitiram o surgimento das primeiras civilizações mesopotâmicas, na atualidade, são vistos como objeto de disputa entre Turquia, Síria e Iraque. Devido sua influência geopolítica, o Estado turco detém em seu poderio as nascentes de ambos os rios. Com isso, os turcos possuem uma maior liberdade para extração de água e até mesmo a construção de represas, o que acaba por reduzir o fluxo de água para seus vizinhos sírios e iraquianos (CABRAL, 2005).

Outro cenário ocasionado pelo conflito por esse recurso é conspícuo no território americano, no qual o Brasil está inserido, e que apresenta mais de 40% (Figura 1) da água doce que está repartida entre os continentes. Entretanto, apesar deste quantitativo, diversas regiões desse lado do globo sofrem com a desuniforme distribuição deste bem. O caso entre as fronteiras dos Estados Unidos e México, onde os rios Grande e Colorado percorrem, é um exemplo

disso. Após um acordo entre os dois países, os estadunidenses passaram a transferir anualmente 1,8 bilhão de metros cúbicos de água do rio Colorado ao México, enquanto os mexicanos agora cedem 2,2 bilhões de metros cúbicos do rio Grande aos Estados Unidos a cada cinco anos (MALDONADO, 2020).

Figura 1: Distribuição da água doce nos continentes.



Fonte: [khanacademy.org](https://www.khanacademy.org) (2019)

Em relação a todo recurso hídrico declarado não salgado do mundo, 12% deste total pode ser encontrado no território brasileiro. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), o Brasil dispõe de 12 regiões hidrográficas, algumas das quais são compartilhadas com outros países da América do Sul, a exemplo da bacia Amazônica, considerada a maior de todo o globo (BRASIL, 2003).

Em contrapartida, embora os recursos hídricos sejam abundantes, eles não estão dispostos uniformemente pelo território nacional. A maior parte desse líquido tão precioso fica concentrada majoritariamente nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste. Desse modo, o Nordeste é a região que acaba sendo mais afetada pela carência de água doce em relação às demais regiões nacionais (OLIVEIRA, S/D, apud JADE, 2018).

Os debates em relação à disponibilidade hídrica na região nordestina estão conectados a questões históricas, socioeconômicas e domínios morfoclimáticos. Segundo com a pesquisa do Instituto Trata Brasil, em 2021, haviam cerca de 14 milhões de habitantes sem acesso à água potável. Esse número acaba por ser acentuado pelas precárias instalações de saneamento

básico, assim como pelo desperdício desse recurso após sua saída das concessionárias (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2021).

Portanto, para atenuar em parte esse cenário, além de investimentos em instalações de saneamento adequado, uma medida prática seria a adaptação no projeto das moradias nordestinas visando o melhor aproveitamento possível desse recurso que é tão indispensável à vida humana, como a reutilização de águas cinzas e o reuso das águas pluviais.

2.2 ÁGUA PLUVIAL

Entende-se como água pluvial o fluido que é proveniente da precipitação da chuva. Conforme o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC) (2005), para que ocorra o processo de precipitação é necessária a evaporação da água dos oceanos e dos mares pela ação dos raios solares, o que dará origem às nuvens carregadas de água que, com o tempo, irão precipitar em formato de chuva, fomentando assim o fenômeno denominado de ciclo hidrológico (BRASIL, 2005).

Após a queda da água pluvial, o recurso hídrico é destinado primeiro às coberturas dos imóveis, sendo posteriormente transportado para a rede de drenagem. De modo simultâneo, as águas que deságuam nas vias públicas são escoadas de forma direta pelos sistemas de micro e macrodrenagem dispostos e administrados pelas concessionárias.

Entretanto, após o processo de escoamento, estas águas residuais, que acabam por ser designadas para outros corpos de água como rios, lagos e mares, poderiam ter outro destino.

Assim como as demais, as águas advindas das chuvas também podem ser consideradas uma fonte de água doce. Dessa forma, surge a oportunidade deste fluido ser indicado para o abastecimento de atividades humanas. Isso resultaria não apenas na economia em infraestrutura de extração, tratamento e transporte de água doce por parte das concessionárias, mas também estimularia um uso mais direto e eficaz do recurso hídrico disponibilizado através das precipitações.

Logo, conclui-se que esta também seria uma excelente alternativa para o reuso da água, especialmente em regiões onde há uma maior escassez hídrica,

como o Nordeste. Sendo este um território de precário saneamento básico e com uma menor quantidade de bacias hidrográficas, a utilização da água reciclada poderia conferir aos seus cidadãos maiores chances de reterem em suas propriedades água de qualidade para sua própria subsistência.

Por conseguinte, com a implantação de tais medidas seria possível considerar a viabilização de um sistema de reaproveitamento de água pluvial em cada vez mais residências, principalmente em áreas onde esse recurso vital para a preservação da vida torna-se ainda mais precioso.

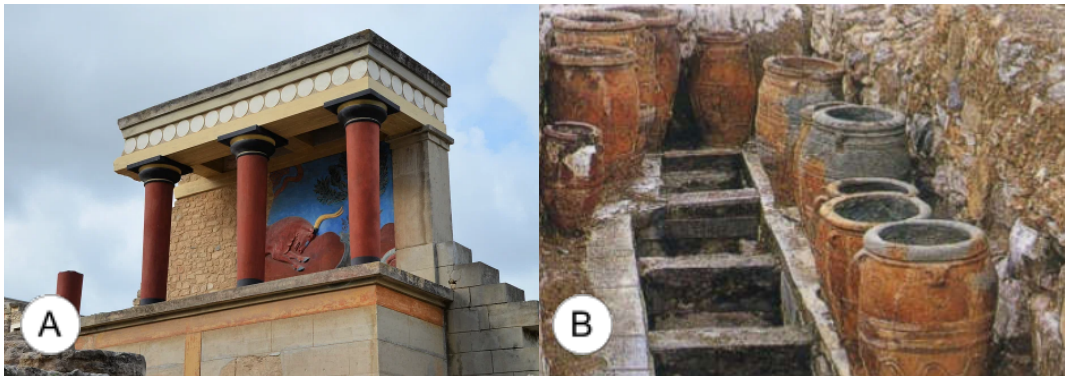
3. REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com o Instituto Nacional do Semiárido (INSA), em 2022, reaproveitamento de água pluvial é definido como o “conjunto de elementos, de tecnologia relativamente simples e econômica, que objetiva captar e armazenar a água de chuva para uso futuro”. O aproveitamento dos recursos hídricos pluviais consiste em um costume milenar da humanidade. Civilizações antigas como a minoica já utilizavam técnicas de armazenamento e reaproveitamento da água da chuva a cerca de 2000 a.C na Ilha de Creta. O Palácio de Knossos, localizado na região grega, direcionava água reciclada para possibilitar a descarga em bacias sanitárias. Na Figura 2, em A é possível observar a entrada norte do palácio de Knossos, enquanto em B pode-se observar o local onde a água coletada das chuvas poderia ser utilizada no processo de evacuação de dejetos (KZONIG, p. 100, 2001 apud TOMAZ, 2005, p. 25 apud SENRA, 2016, p.18)¹.

¹Disponível:<https://www.amazon.com/Rainwater-Technology-Handbook-Rainharvesting-Building/dp/3000083685>, Data de acesso: 09/11/2023.

Figura 2: Palácio de Knossos

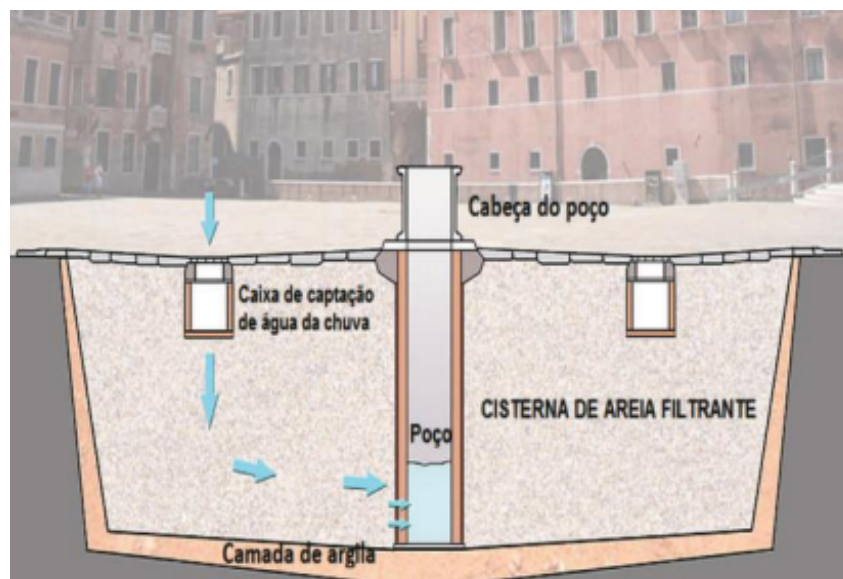


Fonte A: Carole Raddato (S/D), B: Buff (2012)

Em Veneza, cidade italiana construída sobre um arquipélago em pleno Mar Adriático, apesar dos moradores possuírem livre acesso a água salgada havia um desprovisionamento de água doce. Essa circunstância levou os venezianos do período medieval a aplicarem técnicas ensaiadas pelos antigos romanos para a obtenção de água não salobra. (GNADLINGER, 2015, p.43)

Para isso, foi então desenvolvido um sistema de cisternas, instaladas no subterrâneo, que seriam capazes de captar previamente o fluido canalizado das coberturas ou das plataformas, que eram abertas no solo e cobertas com areia. Após chegar aos reservatórios, a água que foi filtrada pela areia era destinada a um poço onde se tornaria fácil a sua captação e como o entorno da cisterna era coberto por uma camada de argila, esta conservou-se impermeável ao avanço da água do mar, colaborando para a preservação do fluido tratado, conforme mostra a Figura 3 (GNADLINGER, 2015, p.43).

Figura 3: Seção de cisterna filtrante com poço raso em uma praça de Veneza



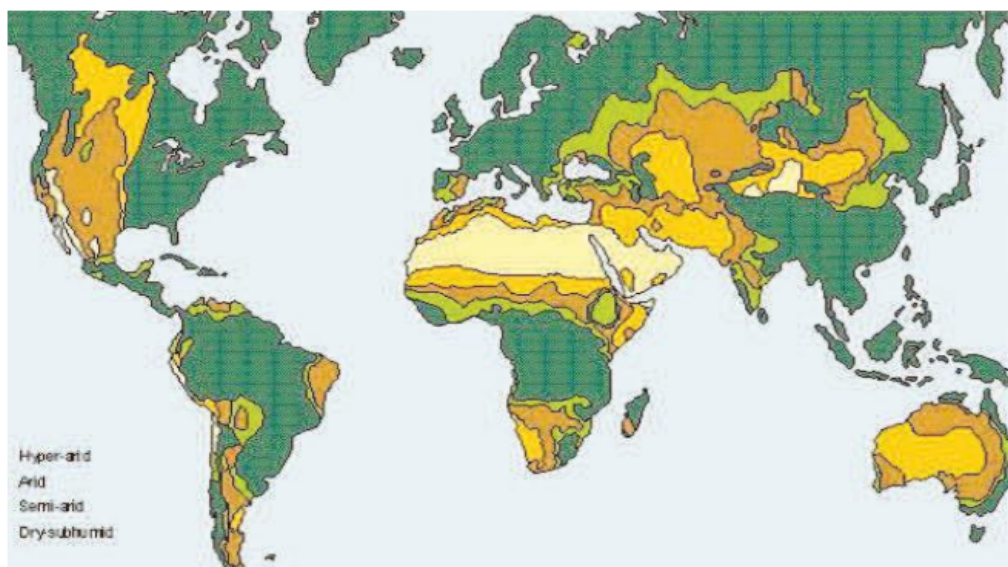
Fonte: Adaptado seg. A. Rizzi (2007)

Na contemporaneidade, assim como nos tempos antigos, o armazenamento e manejo das águas recicladas têm sido desenvolvido, principalmente, em áreas sujeitas a altas temperaturas e períodos de estiagem (clima árido ou semiárido), que representam cerca de 41% da superfície terrestre. (GNADLINGER, 2015, p.40).

Ao avaliar a Figura 4, pode-se notar que as áreas onde a escassez hídrica se faz presente também se configuram como palco para conflitos que visam a obtenção da mesma, onde a demanda se torna maior que a oferta, como o caso dos rios Tigre e Eufrates, citado anteriormente, e as disputas recorrentes na região Nordeste do Brasil, na qual as propriedades mais próximas dos corpos d'água são as mais cobiçadas para os negócios relacionados à agropecuária.

Com a demanda requisitada pela escassez hídrica nas regiões em destaque no mapa, reconhece-se a necessidade de aplicar técnicas alternativas para o abastecimento das atividades cotidianas dos nativos dessas localidades como para a irrigação de culturas, o consumo direto (água potável) e para demais fins não nobres (GNADLINGER, 2015, p.40).

Figura 4: Regiões hiperativas, áridas, Semiáridas e subúmidas da Terra



Fonte: Thomas e Middleton (1994)

3.2 CARACTERIZAÇÃO

Conforme informações da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (2005), o reuso dos recursos hidrológicos pode ocorrer de maneira direta ou indireta, resultante de ações planejadas ou não planejadas. Segundo Filho e Mancuso (2003, p. 23 - 25), os tipos de reutilização de água reciclada são:

Reúso indireto: ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas e utilizada novamente a jusante, de forma diluída [...];

Reúso direto: é o uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades como irrigação, uso industrial, recarga de aquífero e água potável [...];

Reciclagem interna: é o reúso de água internamente a instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição;

Reúso planejado de água: ocorre quando o reúso é resultado de uma ação humana consciente, adiante do ponto de descarga do efluente a ser usado de forma direta ou indireta. O reúso planejado das águas pressupõe a existência de um sistema de tratamento de efluentes que atenda aos padrões de qualidade requeridos pelo novo uso que se deseja fazer da água. O reúso

planejado também pode ser denominado “reúso intencional da água”.

No que tange o meio doméstico, o sistema de reuso planejado de água é caracterizado como o “modelo de captação da água precipitada, em que se empregam áreas impermeáveis (telhados, lajes, calçadas, entre outras) como superfícies de coleta, para seguinte armazenamento em reservatório(s) e posterior uso e/ou distribuição” (VELOSO; MENDES, 2007, p. 2).

Prontamente ao fenômeno da precipitação, de acordo com informações do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), o material coletado deve ser filtrado, devido a possibilidade das superfícies de coleta reterem impurezas, como poeira, fezes e urinas de animais. Em seguida, este precisará ser armazenado para que seja viável o procedimento da cloração. Após isso, o fluido poderá ser redistribuído para os pontos onde será capaz de ser utilizado para variados fins a depender dos objetivos do projeto, possibilitando ou não o fornecimento de água potável para as atividades requeridas. Portanto, para selecionar e implementar um programa de reutilização de águas pluviais, antes de tudo, é necessário realizar um estudo de viabilidade (SENAI CIMATEC J.R, 2023).

Um estudo de viabilidade concentra-se no exame dos requisitos mínimos que devem ser atendidos para que seja exequível a instalação de um projeto de captação de água pluvial. Com isso, é averiguado a forma de ocupação da edificação do terreno; a existência do espaço mínimo necessário para acomodar as instalações requeridas; a configuração da cobertura; a resistência mecânica do edifício, que deve ser capaz de suportar todo o equipamento que garantirá o funcionamento do sistema a ser empregado incluindo a carga extra do reservatório adicional; a perspectiva de segregação entre as linhas de abastecimento de água da concessionária e a água de chuva; o estudo do regime pluviométrico da região e a quantidade e qualidade do líquido que se deseja captar (ZANELLA, 2015, p. 156-157).

Outro ponto a ser destacado refere-se a manutenção e higienização dos mecanismos que compõem o sistema de reaproveitamento. Para preservar a qualidade da água coletada é recomendado a limpeza constante das calhas e reservatórios a fim de evitar a contaminação da água que será aproveitada.

Como exemplo, a Figura 5 a seguir apresenta alguns critérios estabelecidos pela NBR 16783, que discorre sobre o uso de fontes alternativas de água não potável em edificações, incluindo os parâmetros que devem ser observados da composição da água para fins não nobres (BRASIL, 2019, p.6):

Figura 5 : Parâmetros de qualidade para uso da água não potável

Parâmetros	Limite
pH	6,0 a 9,0
E. Coli ^a	≤ 200 NMP/100mL
DBO _{5,20} ^b	≤ 20 mgO ₂ /L
Turbidez	≤ 5 UT
CRL (cloro residual livre)	Mínimo 0,5mg/L – Máximo de 5,0 mg/L Recomendável 0,5mg/L – Máximo de 2,0 mg/L
Sólidos dissolvidos totais (SDT) ou condutividade elétrica ^c	≤ 2 000 mg/L ou ≤ 3 200 µS/cm
<p>a - Escherichia coli. Bactéria encontrada no trato digestivo de mamíferos. Sua presença na água pode indicar contaminação por fezes.</p> <p>b - Demanda Bioquímica de Oxigênio. Quantidade de oxigênio aproveitado em processos biológicos, por meio de microorganismos.</p> <p>c - Os valores de condutividade apresentam correlação com os sólidos dissolvidos totais. Uma outra opção é realizar a análise dos sólidos dissolvidos totais.</p>	

Fonte: Adaptado pelos autores, ABNT NBR 16783 (2019)

Um panorama adicional do sistema de água reciclada em um domicílio está associado ao dimensionamento dos reservatórios responsáveis pelo armazenamento do material advindo da precipitação. De acordo com a Norma Brasileira 15527/2007 encarregada pela regulamentação do “Aproveitamento de Água de Chuva de Coberturas para Fins Não Potáveis”, fica a juízo do profissional responsável pelo projeto hidráulico a definição da estratégia de instalação do complexo de manejo e armazenamento do líquido pluvial. Entretanto, a norma sugere em seu anexo A alguns métodos para efetuar esse dimensionamento, como o método de Rippl, da Simulação, de Azevedo Neto, entre outros. Demais singularidades abrangentes sobre o aproveitamento da água das chuvas também precisam ser levados em consideração como os “aspectos hidrológicos locais, o atendimento ao consumo, os aspectos sanitários

e também a sustentabilidade hídrica da bacia hidrográfica”, segundo o CREA-PR (CREA-PR, 2016, p. 17) (BRASIL, 2007, Anexo A).

De acordo com a NBR 15527/2019, o compilado de técnicas que define o reuso de água pluvial nas edificações consiste na seguinte metodologia recortada desta norma:

- a) Análise de viabilidade técnica-econômica do sistema a ser implantado, incluindo os estudos da série histórica das precipitações da região onde será feito o projeto;
- b) Captação da água de chuva, onde a quantidade do líquido captado dependerá da precipitação, da área de captação, do coeficiente de escoamento superficial da cobertura e da eficiência do sistema de tratamento;
- c) Pré-tratamento, onde o fluido, antes da reservação, deverá passar pelo processo de filtração para remoção de sólidos indesejáveis (detritos, folhas, insetos etc.) que devem ser retidos e/ou desviados. Em seguida, para a melhoria da qualidade da água e diminuição dos sólidos suspensos e dissolvidos, a presente Norma recomenda a instalação de um dispositivo automático, no sistema, para o descarte da água de escoamento inicial, sendo o volume dessa escoamento dimensionado pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o descarte de 2 mm (2 litros de água por m² de cobertura) da precipitação inicial;
- d) Armazenamento nos reservatórios, sendo o volume do receptáculo dimensionado com base na área de captação, regime pluviométrico e demanda não potável a ser atendida. O reservatório deve ser seguro e possuir extravasor, dispositivo de esgotamento, inspeção e ventilação, assim como deve ser fechado e prever mecanismos que evitem a entrada de insetos, roedores ou outros animais. O escoamento pode ser feito por *gravidade* (Figura 6) ou por *bombeamento* (Figura 7). O volume não aproveitável da água reciclada deve ser lançado na rede de galerias de águas pluviais, na via pública ou ser infiltrado total ou parcialmente, a fim de evitar a contaminação do lençol freático;

- e) Tratamento, que deve atender aos parâmetros de qualidade solicitados pelos usos finais da água, havendo a possibilidade de adoção de tratamento adicional através de soluções físicas e químicas;
- f) Abastecimento dos pontos de uso, onde se faz obrigatório a divisão entre os sistemas de água pluvial e água potável, descartando assim os possíveis riscos de uma contaminação.

O sistema de aproveitamento de água de chuva pode atender tanto a demanda de fornecimento de água potável, no qual o projeto deve atender aos critérios de qualidade especificados, quanto dispor-se ao abastecimento de atividades cujo não haja a necessidade de maior rigor no processo de tratamento, como por exemplo sua utilização em descargas de bacias sanitárias e mictórios, lavagem de pisos e veículos, reserva de incêndio, irrigação para fins paisagísticos, entre outros (BRASIL, 2019, p.4).

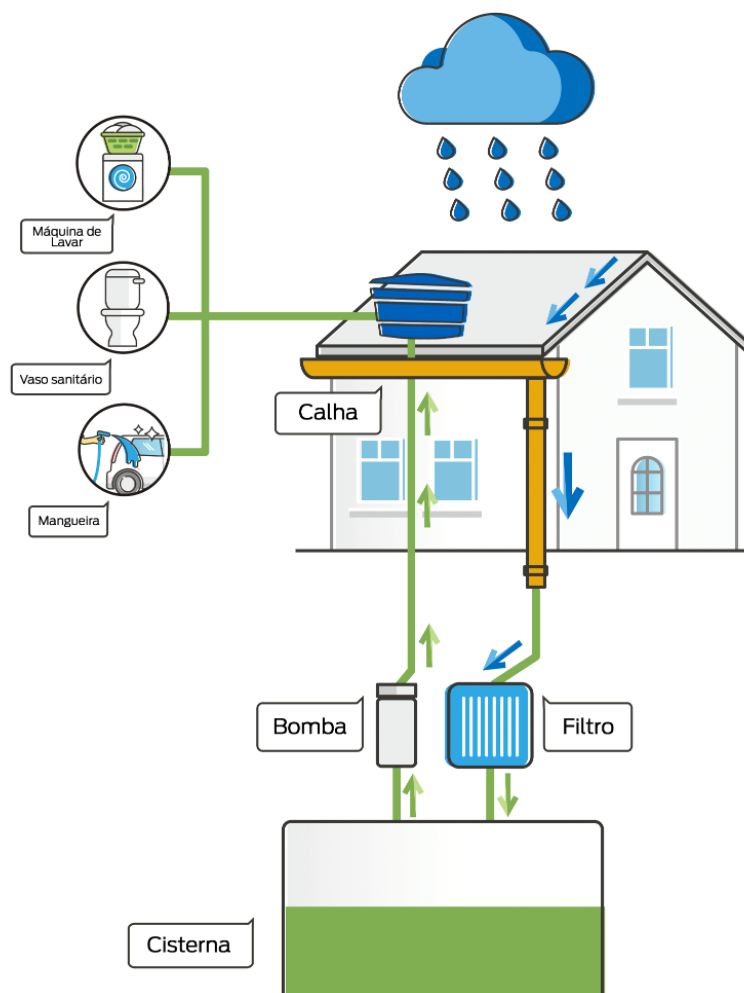
Figura 6: Ilustração esquemática de um sistema de aproveitamento de água pluvial
(Escoamento por Gravidade)



Fonte: AcquaSave (S/D)

Enquanto o escoamento por gravidade (Figura 6) utiliza a própria força gravitacional para fazer com que a água captada da chuva se direcione da cobertura para o reservatório e do mesmo para os demais ramais do sistema hidráulico, o escoamento por bombeamento (Figura 7) consiste no transporte da água pluvial coletada e armazenada na cisterna para um reservatório doméstico, presente em um ponto mais alto, através de uma bomba previamente dimensionada.

Figura 7: Ilustração esquemática de um sistema de aproveitamento de água pluvial (Escoamento por Bombeamento)



Fonte: Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (Cedae) (S/D)

3.3 LEGISLAÇÃO

No que se refere ao reúso das águas, em território brasileiro, o primeiro modelo de legislação divulgado para a regulação desse tipo de atividade foi o 'Código de Águas' (1934). Esta declaração discorre a respeito da administração dos recursos hídricos em solo nacional, incluindo as primeiras orientações direcionadas ao manejo da água procedente da chuva, onde, de acordo com seu quinto título, artigo 106: "É imprescritível o direito de uso das águas pluviais" (BRASIL, 1934, p.35).

Decorrente da necessidade do uso consciente deste recurso tão fundamental à vida humana e das claras ameaças de uma escassez hídrica no planeta, no âmbito nacional a Constituição Federal define, por intermédio da Lei 14.546/23, que a União deve estimular “o uso das águas de chuva e o reúso não potável das águas cinzas em novas edificações e nas atividades paisagísticas, agrícolas, florestais e industriais” [...] segundo o Artigo 49 da lei vigente (DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO - SEÇÃO 1 , 2023, p.1).

Doravante, após a discussão dos interesses do Estado em proteger o patrimônio hídrico do país e prevenir o desperdício desse bem, as diretrizes legais dos estados e municípios tendem a ser moldadas de acordo com os cenários de suas respectivas regiões. Em nível estadual, pesquisas efetuadas nos estados brasileiros, com exceção de Roraima, Tocantins, Rio Grande do Norte e Sergipe e Alagoas, indicaram o histórico de reúso de água nas respectivas localidades. Os dados obtidos na região nordestina, que já possui um histórico de reaproveitamento de água, foram considerados inconclusivos a respeito da legislação e gestão da água pluvial, contudo, demais áreas como São Paulo, Mato Grosso, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Distrito Federal e Paraná já adotam uma legislação sobre a temática o que inclui projetos que incentivam a captação de água (VELOSO e MENDES, 2013, p. 6).

Quanto à atuação municipal, foi viável a identificação de experiências legislativas na região sul e sudeste, entre elas: São Paulo, Matão (SP); Curitiba, Maringá e Ponta Grossa, no Paraná; e Porto Alegre (RS). Nas capitais dos estados do semiárido, apenas Recife, Salvador e João Pessoa contam com lei sobre a questão. A Câmara de Fortaleza possui Projetos de Lei em tramitação. Todavia, não foi possível acessar as casas legislativas de Maceió, Aracajú e Natal. Manaus, na região amazônica, apresenta um projeto de lei em tramitação junto à Câmara de vereadores que versa sobre o tema (VELOSO e MENDES, 2013, p. 7).

Portanto, nota-se que o repertório legal brasileiro ainda encontra-se pouco atuante, não dispondo de um regimento técnico especializado para o adequado aproveitamento da água pluvial. Esta é uma circunstância que torna banal a normatização deste tipo de prática onde os profissionais muitas vezes se tornam dependentes de metodologias internacionais ou provenientes de organizações privadas. A ausência de uma efetiva legislação e fiscalização

pode acabar por ameaçar a implantação e qualidade da água nesse tipo de projeto (CREA-PR, 2016, p. 18).

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO SOCIAL, ECONÔMICA E AMBIENTAL DE JARDIM PLACAFORD

Metodologicamente esta pesquisa é constituída por um estudo de caso situado no município de Salvador-BA, no bairro de Jardim Placaford (Figura 8), caracterizado por ser constituído de residências de classe média-alta/alta. A edificação selecionada para esse trabalho localiza-se no condomínio Vila Coqueiros e apresenta dois pavimentos ocupando uma área total de 97,56 m².

Figura 8: Localização do objeto de estudo



Fonte: Google Maps (2023)

Em virtude da divergência de informações, atinentes à qual bairro o objeto de estudo se encontra, os dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Salvador, através do Imposto Predial Municipal e Regional (IPTU), indicam que a residência situa-se na região denominada como Jardim Placaford, enquanto demais concessionárias de serviços públicos como a Empresa Baiana de Águas

e Saneamento (Embasa), responsável pela gestão dos recursos hídricos do estado da Bahia, definem a localidade como pertencente ao bairro de Itapuã. Em vista disso, as autoras deste documento irão se referir a Jardim Placaford como bairro oficial da edificação em análise.

Em conformidade com a Louos (Lei de Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo) a região na qual está localizado o objeto de estudo é identificada como uma área predominantemente residencial 3 (ZR3), e apesar de estar inserida na bacia hidrográfica Jaguaribe, não é catalogada como uma zona de proteção ambiental (BAHIA, 2016).

No que se refere ao estudo de caso, este é definido, consoante o Chizzotti (2006, p 102), do seguinte modo:

O estudo de caso é uma caracterização abrangente para designar uma diversidade de pesquisas que coletam e registram dados de um caso particular ou de vários casos a fim de organizar um relatório ordenado e crítico de uma experiência, ou avaliá-la analiticamente, objetivando tomar decisões a seu respeito ou propor uma ação transformadora.

O propósito deste estudo consiste em usufruir, com discernimento, do recurso natural vital para a conservação da vida humana, a água, mediante o reaproveitamento desse material advindo das chuvas. Logo, para sua execução é preciso adquirir algumas informações prévias a respeito do domicílio em questão, como, por exemplo, sua localização e classificação do espaço conforme o instrumento de zoneamento aplicado pelo município, como citado anteriormente. Posteriormente, é necessário a obtenção dos dados pluviométricos da região, das pranchas arquitetônicas e hidráulicas da habitação, entre outras informações.

A Figura 9 a seguir, apresenta a caracterização da residência, com suas unidades sanitárias.

Figura 9: Controle da Residência

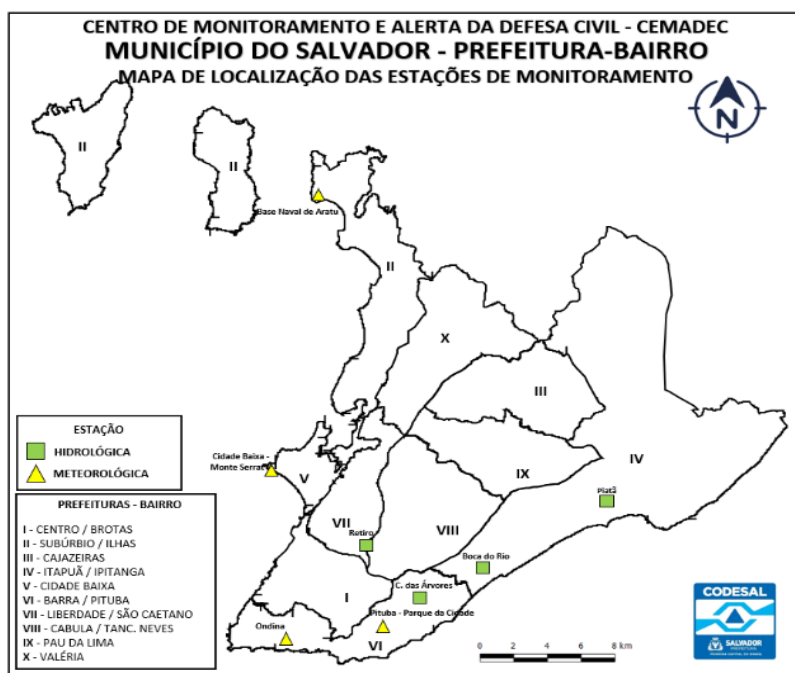
CONTROLE DA RESIDÊNCIA	
PAVIMENTOS	2
OCUPANTES	3 (1 Casal e 1 Adolescente)
SUÍTES	2
COZINHA	1
BANHEIRO	1
PONTOS DE ÁGUA	18

Fonte: Aatoria (2023)

4.2 DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA CIDADE DE SALVADOR-BA

Em concordância com o Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (INEMA), a precipitação média anual das águas pluviais é coletada por meio de redes pluviométricas e estações meteorológicas convencionais ou automatizadas. Esses dados são coletados diariamente e armazenados no banco de dados de monitoramento do Sistema Estadual de Informações Ambientais da Bahia (SEIA), onde são analisados e disponibilizados ao público na forma de mapas, tabelas e quadros de avisos, como exemplo a Figura 10, que apresenta a distribuição espacializada das estações hidrológicas e meteorológicas na cidade de Salvador (BAHIA, 2023).

Figura 10: Mapa de localização das Estações Hidrológicas e Meteorológicas



Fonte: CEMADEN/CODESAL/INMET (2021)

Distribuídas pela capital baiana, as 55 estações de monitoramento meteorológicas e hidrológicas existentes são responsáveis pelas coletas de dados para análise dos fenômenos atmosféricos. No que se refere ao endereço da residência, utilizada como objeto do presente estudo de caso, o bairro de Jardim Placaford não apresenta uma estação de monitoramento. Em virtude deste cenário, o atual trabalho irá considerar os dados obtidos da estação *RN-PL-01 - Salvador (Abaeté) - RN-PL-01* pertencente ao bairro vizinho, Itapuã. Por intermédio dessa estrutura foi viável o acesso ao levantamento dos índices de precipitação mensal e anual dessa localidade. Portanto, os parâmetros pluviométricos foram sintetizados e apresentados por meio da tabela disposta na Figura 11 (BAHIA, 2023).

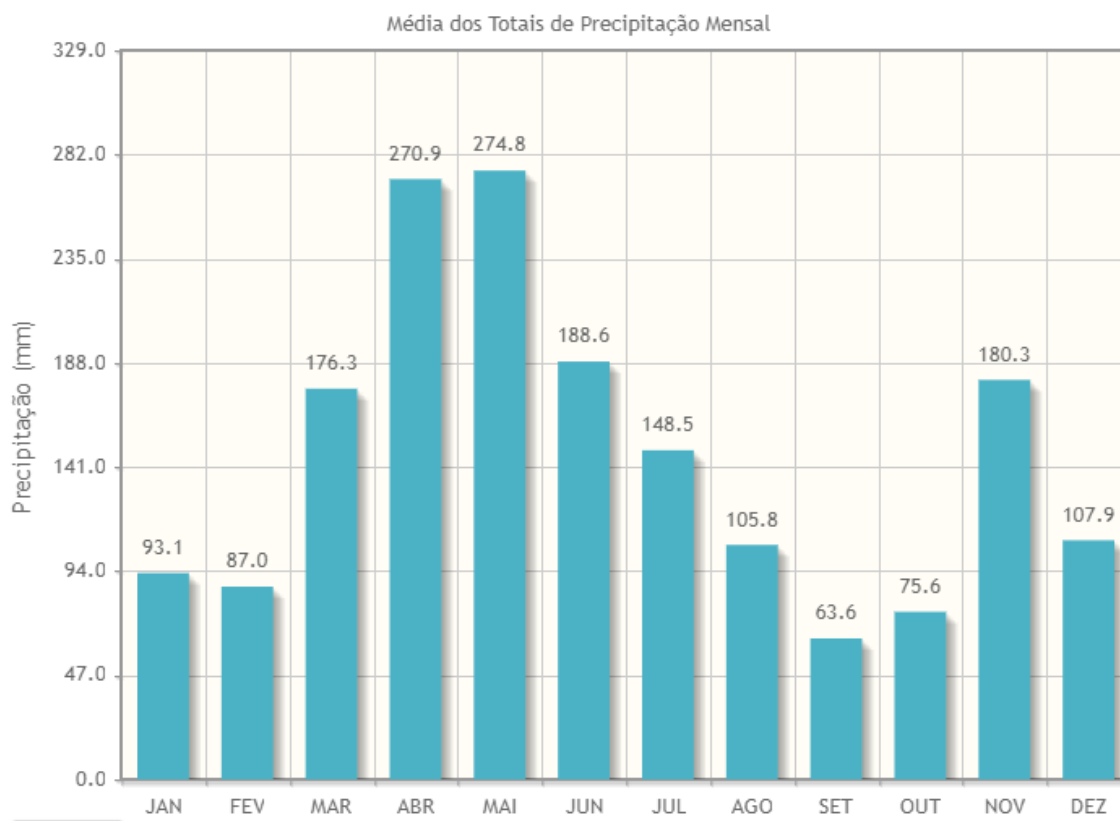
Figura 11: Levantamento dos dados pluviométricos da estação de monitoramento, RN-PL-01 - Salvador (Abaeté) - RN-PL-01.

Dados Pluviométricos													
Estação	RN-PL-01 - Salvador (Abaeté) - RN-PL-01			Código Órgão	RN-PL-01		Código ANA	1238123					
Tipo	Pluviométrica			Município	Salvador		UF	BA					
Bacia	Rios Locais Vertente Oceano Atlântico			Latitude	-12.945.407		Longitude	-38.361.404					
RPGA	RPGA do Recôncavo Norte												
Dados diários totalizados de 09:01 do dia anterior às 09:00 da data referente ao dado													
Total de Precipitação Mensal e Anual (mm)													
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2018	44,10	159,20	98,10	276,20	208,10	233,70	42,80	89,20	64,50	76,10	95,30	113,80	1501,10
2019	40,70	2,50	86,30	162,80	162,00	180,50	198,10	113,00	103,30	115,80	113,20	150,90	1429,10
2020	76,50	89,90	346,10	380,80	537,60	226,00	203,40	145,10	91,30	54,30	154,50	7,20	2312,70
2021	131,60	31,60	62,90	408,60	125,90	169,00	166,40	145,50	31,80	52,60	251,40	223,90	1801,20
2022	159,50	94,40	215,10	271,00	202,30	57,60	178,70	79,90	40,30	131,00	287,10	43,70	1716,90
2023	106,30	144,20	249,50	126,10	412,60	264,60	101,80	62,10	50,50	23,90			1541,60
Média	93,12	86,97	176,34	270,92	274,75	188,57	148,54	105,81	63,62	75,62	180,30	107,90	1772,46

Fonte: www.inema.ba.gov.br (2023)

A partir da tabela exposta, identifica-se que, nos anos de 2018 a 2023, o período com maior precipitação foi o de 2020 com 2312,70 mm de chuva, enquanto a temporada com o menor índice pluviométrico foi a de 2019, com um total anual de apenas 1429,10 mm. Em sequência, ao se afunilar o conjunto de informações adquiridas no intervalo descrito, a Figura 12 apresenta o gráfico que descreve a média mensal entre os meses dos anos expostos na Figura 11.

Figura 12: Gráfico pluviométrico da estação de monitoramento RN-PL-01 - Salvador (Abaeté) - RN-PL-01 na bacia Rios Locais Vertente Oceano Atlântico



Fonte: www.inema.ba.gov.br (2023)

4.3 LEVANTAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA POTÁVEL NA RESIDÊNCIA

Após a análise do índice pluviométrico local, para que seja viável calcular o volume ideal de água pluvial possível de ser armazenado, através das superfícies de captação, alguns cálculos prévios são necessários para a melhor compreensão do sistema a ser dimensionado. O primeiro deles é referente ao dimensionamento do reservatório principal, responsável pelo abastecimento da residência com água potável.

4.3.1 Dimensionamento Do Reservatório Principal - Consumo Diário

Para isso, efetua-se o seguinte cálculo segundo o livro Instalações Hidráulicas e Sanitárias (CREDER, 2006, p.9):

a) Consumo Diário:

$$C_D = C \times P$$

Onde,

C_D = Consumo Diário (L/dia).

C = Consumo Diário *per capita* (L/dia), sendo adotado 150 L/dia para o caso de Residências.

P = População da Edificação, onde para cada quarto social estima-se a ocupação por dois indivíduos, e cada quarto de serviço, por um único indivíduo.

No presente estudo de caso, C_D será equivalente a:

$$C_D = 150 \times 4$$

$$C_D = 600 \text{ L/dia}$$

b) Reservatório Principal:

Devido a instabilidade do abastecimento de água potável pela rede pública é recomendável prever uma reserva de dois dias para o reservatório principal. Com isso, deve-se multiplicar o consumo diário obtido por dois.

$$600 \text{ L} \times 2 = 1.200 \text{ L}$$

Dessa forma, o reservatório dimensionado deve conter no mínimo 1.200 L, sendo adotado um recipiente de **1.500 L** conforme a disponibilidade no mercado.

4.3.2 Levantamento Do Consumo Da Residência

Com base nos registros de cobrança gerados pela concessionária responsável pelo abastecimento local, a EMBASA (Empresa Baiana de Águas e Saneamento), a equipe atuante neste trabalho conseguiu coletar todas as contas de água relacionadas ao ano de 2023 e início de 2024 para que fosse possível, em um momento posterior, avaliar a economia de água que o projeto proposto para o estudo de caso poderá oferecer se, porventura, for implantado.

Figura 13: Média de consumo de 2023

Data	Consumo (m³)	Valor Pago (R\$)
01/2023	0	0,00
02/2023	2	88,26
03/2023	9	72,37
04/2023	7	74,56
05/2023	7	72,55
06/2023	12	121,70
07/2023	13	136,97
08/2023	11	102,04
09/2023	8	78,03
10/2023	8	77,36
11/2023	13	141,88
12/2023	12	120,38
01/2024	16	202,42
Média	9,83	107,38

Obs.: O mês de janeiro de 2023 não apresenta consumo pois o abastecimento de água havia sido desligado. Os moradores atuais da residência haviam se mudado recentemente para o local. Por isso, no cálculo da média foram considerados apenas os meses a partir de fevereiro de 2023 até janeiro de 2024.

Fonte: Aatoria (2023)

Como observado na Figura 13, os meses de maior consumo de água são os tradicionalmente associados a períodos festivos e feriados, tendo como

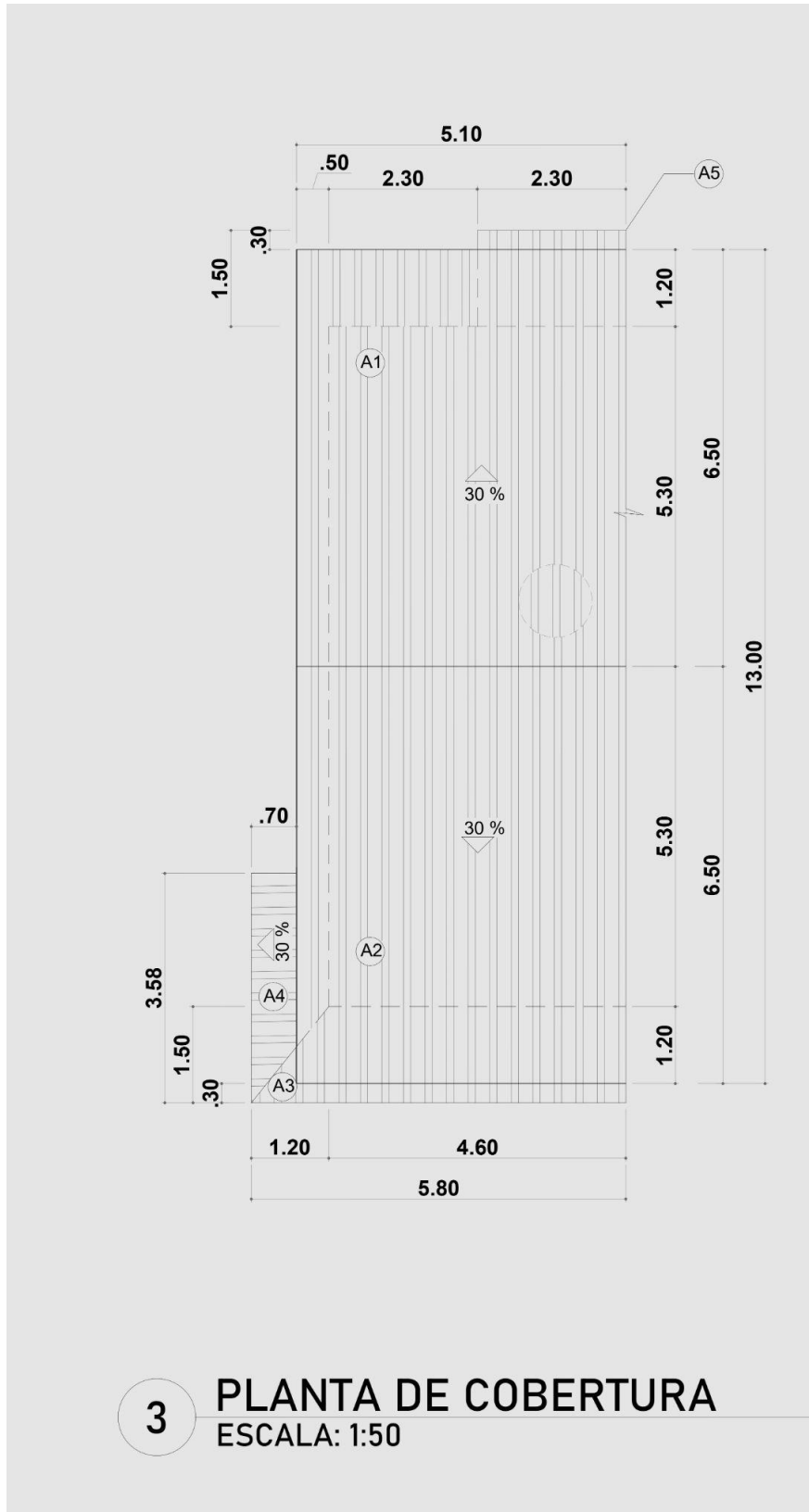
destaque o mês de Janeiro que apresentou um volume consumido condizente a 16 m³, o maior de todo o período relatado.

4.3.3 Volume De Água Pluvial Coletado

Ao total, a cobertura da residência apresenta 5 águas de telhado ², como mostra a Figura 14. Para avaliar de quais águas será mais eficaz a coleta do fluido proveniente das precipitações atmosféricas calcula-se, em primeiro momento, o volume individual que cada água conseguirá coletar a partir do índice pluviométrico encontrado no tópico 4.2 - DADOS PLUVIOMÉTRICOS DA CIDADE DE SALVADOR-BA - desta pesquisa.

² Água de Telhado: Termo técnico utilizado para indicar os planos inclinados que compõem uma cobertura.

Figura 14: Planta de Cobertura



Fonte: Aatoria (2023)

Para encontrar o volume individual obtido, previamente deve-se obter as áreas de cada água separadamente.

a) Área das Águas de Telhado:

$$A1 = 5,10 \times 6,50 \qquad A1 = 33,15 \text{ m}^2$$

$$A2 = 5,10 \times 6,50 \qquad A2 = 33,15 \text{ m}^2$$

$$A3 = \frac{(5,80 + 4,60) \times 1,50}{2} \qquad A3 = 7,80 \text{ m}^2$$

$$A4 = \frac{(3,58 + 2,08) \times 1,20}{2} \qquad A4 = 3,396 \text{ m}^2$$

$$A5 = 2,30 \times 1,50 \qquad A5 = 3,45 \text{ m}^2$$

$$\text{Área total da Cobertura (AT)} = 80,946 \text{ m}^2$$

Após o cálculo das áreas da cobertura, a partir da averiguação do índice pluviométrico da região de Jardim Placaford é possível a construção da tabela seguinte, apresentada na Figura 14 (TOMAZ, 2003, apud, ALMEIDA E SANTOS, 2019, p. 27) .

Figura 15: Dados pluviométricos das chuvas médias mensais dos anos de 2018 até 2023

Mês	Precipitação em mm - Médias da Série Histórica da Estação Meteorológica - A	Precipitação em m - B $B = A \div 1000$	V Chuva (m³) - C $C = A1 (m^2) \times B (m) \times 0,85^*$	V Chuva (m³) - D $D = A2 (m^2) \times B (m) \times 0,85$
Janeiro	93,12	0,09	2,62	2,62
Fevereiro	86,97	0,09	2,45	2,45
Março	176,34	0,18	4,97	4,97
Abril	270,92	0,27	7,63	7,63
Mai	274,75	0,27	7,74	7,74
Junho	188,57	0,19	5,31	5,31
Julho	148,54	0,15	4,19	4,19
Agosto	105,81	0,11	2,98	2,98
Setembro	63,62	0,06	1,79	1,79
Outubro	75,62	0,08	2,13	2,13
Novembro	180,30	0,18	5,08	5,08
Dezembro	107,90	0,11	3,04	3,04

V Chuva (m³) - E $E = A3 (m^2) \times B (m) \times 0,85$	V Chuva (m³) - F $F = A4 (m^2) \times B (m) \times 0,85$	V Chuva (m³) - G $G = A5 (m^2) \times B (m) \times 0,85$	V Chuva (m³) - H $H = AT (m^2) \times B (m) \times 0,85$
0,62	0,27	0,27	6,41
0,58	0,25	0,26	5,98
1,17	0,51	0,52	12,13
1,80	0,78	0,79	18,64
1,82	0,79	0,81	18,90
1,25	0,54	0,55	12,97
0,98	0,43	0,44	10,22
0,70	0,31	0,31	7,28
0,42	0,18	0,19	4,38
0,50	0,22	0,22	5,20
1,20	0,52	0,53	12,41
0,72	0,31	0,32	7,42

* 0,85 = Coeficiente de escoamento. Refere-se a relação entre a parte escoada e o volume precipitado. O valor 0,85 é a média entre 0,8 e 0,9, coeficientes destinados a telhas com material cerâmico, como no exemplo do estudo de caso.

Fonte: Aatoria (2023)

Procedendo da tabela acima, para que seja viável descobrir o volume mínimo de água que poderá ser captado por cada inclinação do telhado e pela cobertura em sua totalidade, emprega-se a seguinte fórmula, onde a partir desta também é viável a escolha de um reservatório cujo o armazenamento possa permanecer cheio ao de todo o longo ano (ALMEIDA E SANTOS, 2019, p. 30) .

b) Volume de água pluvial captado por cada Água de Telhado (BRASIL, 2019, p.4):

$$V = P \times A \times C \times \eta$$

Onde,

V = Volume de água coletado - Baseado na série histórica do mês de Setembro (L);

A = Área da Água de Telhado ou Área Total da Cobertura (m²);

C = Coeficiente de escoamento superficial da cobertura (Runoff). O definido para este projeto foi o de 0,85, valor da média entre os 0,8 a 0,9 recomendados para telhas cerâmicas (TOMAZ ,2003, apud ALMEIDA e SANTOS, 2019, p. 27);

P = Precipitação (mm), considerando o mês de menor potencial de captação (Setembro);

η = Eficiência do sistema de captação. Neste caso 0,85 considerando a sugestão da NBR 15527/2019.

Figura 16: Volume de água pluvial captado por cada Água de Telhado - Baseado na série histórica do mês de Setembro

Áreas	Cálculo	Volume (L)
A1	$63,62 \times 33,15 \times 0,85 \times 0,85$	1523,75
A2	$63,62 \times 33,15 \times 0,85 \times 0,85$	1523,75
A1 + A2		3047,50
A3	$63,62 \times 7,80 \times 0,85 \times 0,85$	358,53
A4	$63,62 \times 3,396 \times 0,85 \times 0,85$	156,10
A3+A4		514,63
A5	$63,62 \times 3,45 \times 0,85 \times 0,85$	158,58
AT		3720,72

Fonte: Aatoria (2023)

Na tabela acima, percebe-se que o volume coletado pela combinação das áreas das águas A1 e A2, considerando o mês de menor potencial de captação, Setembro, é superior ao recolhido pelas demais águas de telhado. Desse modo, conclui-se que apenas o volume coletado por essas duas águas seriam mais que o suficiente para atender as demandas não potáveis da residência, sendo os 3047,50 L coletados nesse período um volume acima dos 1500 L do reservatório principal.

4.4 DIMENSIONAMENTO

4.4.1 Reservatório De Armazenamento De Água Pluvial

No que se refere ao dimensionamento do reservatório, que será responsável pelo armazenamento da água pluvial coletada, o Anexo A da NBR 15527/2007³ apresenta diferentes estratégias para calcular o volume ideal para o mesmo. Na ocasião deste estudo de caso, o método escolhido para dimensionar o volume do reservatório foi o da Simulação (BRASIL, 2007, Anexo A).

³ Até o presente momento a NBR 15527/2019 é a versão mais atualizada desta regulamentação. Contudo, apesar de ser a mais atual, para os cálculos de dimensionamento, a equipe utilizou como referência as informações do anexo A, presente na antiga versão desta norma, a NBR 15527/ 2007.

Segundo o artigo 'Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial' o método da Simulação baseia-se na (RUPP et al, 2011):

[...] determinação do percentual de consumo que será atendido em função de um tamanho de reservatório previamente definido. Também é chamado de Método de Análise de Simulação de um Reservatório com Capacidade Suposta.

Para a efetuação do cálculo por meio do método escolhido a norma citada anteriormente descreve as seguintes condições:

(a) reservatório cheio no tempo t ; e

(b) os dados históricos são representativos para as condições futuras.

Todavia, como no cenário deste estudo de caso a primeira condição não é atendida, fica estabelecido que no mês de janeiro $S_{t-1} = 0$, considerando assim um reservatório recém instalado e que, por isso, não armazena nenhum volume de água. Assim, para executar o dimensionamento, a seguinte fórmula será utilizada seguindo as orientações estabelecidas pela regulamentação:

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)}$$

Sendo,

$$Q_{(t)} = C \times \text{precipitação da chuva}_{(t)} \text{ (mm)} \times \text{área de captação (m}^2\text{)}$$

Sendo que,

$$0 \leq S_{(t)} \leq V$$

Onde,

C é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura (Runoff). O definido para este projeto foi o de 0,85, valor da média entre os 0,8 a 0,9 recomendados para telhas cerâmicas (TOMAZ ,2003, apud ALMEIDA e SANTOS, 2019, p. 27);

$S_{(t)}$ é o volume de água no reservatório no tempo t (m^3);

$S_{(t-1)}$ é o volume de água no reservatório no tempo $t - 1$ (m^3);

$Q_{(t)}$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t (m^3);

$D_{(t)}$ é a demanda ou consumo no tempo t (m^3), definido como constante neste projeto.

Com isso, utiliza-se a tabela representada pela Figura 17 para determinar o volume do reservatório de captação de água de chuva.

Figura 17: Dimensionamento de reservatório pelo Método da Simulação

Mês	Precipitação em mm - Médias da Série Histórica da Estação Meteorológica	Volume de água de chuva aproveitável no tempo t (m^3) $Q_{(t)} = (0,85 \times \text{precipitação da chuva (t) (mm)} \times 66,30) / 1.000$	Volume de chuva armazenada no reservatório no tempo t menos 1 $S_{(t-1)}$ (m^3)	Volume de chuva armazenada no reservatório no tempo t $S_{(t)} (m^3) = D_{(t)} - Q_{(t)}$
Janeiro	93,12	5,25	0,00	3,60
Fevereiro	86,97	4,90	3,60	3,60
Março	176,34	9,94	3,60	3,60
Abril	270,92	15,27	3,60	3,60
Maio	274,75	15,48	3,60	3,60
Junho	188,57	10,63	3,60	3,60
Julho	148,54	8,37	3,60	3,60
Agosto	105,81	5,96	3,60	3,60
Setembro	63,62	3,59	3,60	3,60
Outubro	75,62	4,26	3,60	3,60
Novembro	180,30	10,16	3,60	3,60
Dezembro	107,90	6,08	3,60	3,60
Volume do Reservatório VR = 3,60 m³				
Obs.: Para encontrar um valor ideal para o volume do reservatório, foi observado o valor mínimo entre os $Q_{(t)}$. Dessa forma, 3,60 m ³ foi adotado nos cálculos de dimensionamento. O volume máximo para que o reservatório permaneça cheio durante um ano inteiro.				

Fonte: Aatoria (2024)

No caso da residência, se for objetivado o uso da água captada pelas chuvas apenas para o uso da descarga nos vasos sanitários, podemos redimensionar o reservatório de água pluvial para que atenda essa demanda

sem ultrapassar os 3,60 m³ ideais⁴ dimensionados anteriormente. De acordo com a Sabesp - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo -, “vasos sanitários com caixas acopladas que gastam entre 3 e 6 litros por descarga”. (SÃO PAULO, S/D). Sendo assim, o seguinte cálculo pode ser efetuado:

Dados:

Vaso Sanitário: 6 L por descarga;

Moradores: 3 Pessoas;

Evacuação (Fezes/Urina): 3 vezes ao dia, por pessoa (MAY, 2023);

Mês: 30 dias.

Cálculo:

$6 \times 3 \times 3 = 54$ L por dia;

$54 \times 30 = 1620$ L por mês;

Assim, conclui-se que um reservatório de 2.000 L⁵ seria o suficiente para abastecer as 3 caixas de descarga presentes na residência, o que permitiria cerca de 333 descargas, valor superior as 270 descargas mínimas executadas pelos próprios moradores no período de um mês.

4.4.2 Reservatório de Descarte

Após a ocorrência de precipitação atmosférica o material a ser coletado precisa passar por algumas etapas antes de ser armazenado no reservatório destinado à água pluvial. Em um primeiro momento, os sólidos indesejáveis, como detritos, folhas e outras impurezas, devem ser contidos por

⁴ Existe uma diferença entre os cálculos que geraram os resultados expressos nas figuras 16 e 17. O volume de água pluvial coletado, no mês de setembro, pelas coberturas A1 e A2 consta como 3047,50 L na Figura 16 e, aproximadamente, 3.600 L na Figura 17. Contudo, foi adotado como volume definitivo 3.600 L, sem acarretar em prejuízos ao dimensionamento final definido neste TCC.

⁵ “[...] capacidade estrutural de suporte de carga extra gerada por um novo reservatório - muitas vezes a edificação não tem capacidade para suportar um reservatório superior, necessário à distribuição da água de chuva por gravidade nos pontos de consumo, necessitando, portanto, de reforço estrutural adequado” (ZANELLA, 2015, p. 156).

meio de dispositivos filtrantes. Em seguida, para prevenir resíduos que ainda possam estar dissolvidos na água, a NBR 15527/2019 orienta que seja instalado um mecanismo, de preferência automático, para descartar a água do escoamento inicial⁶. Uma alternativa seria o reservatório de descarte, aquele que visa depositar esse material, devendo este ser dimensionado pelo próprio projetista ou, na ausência de dados, esta norma recomenda o despojo de 2 mm da precipitação inicial (BRASIL, 2019, p. 5).

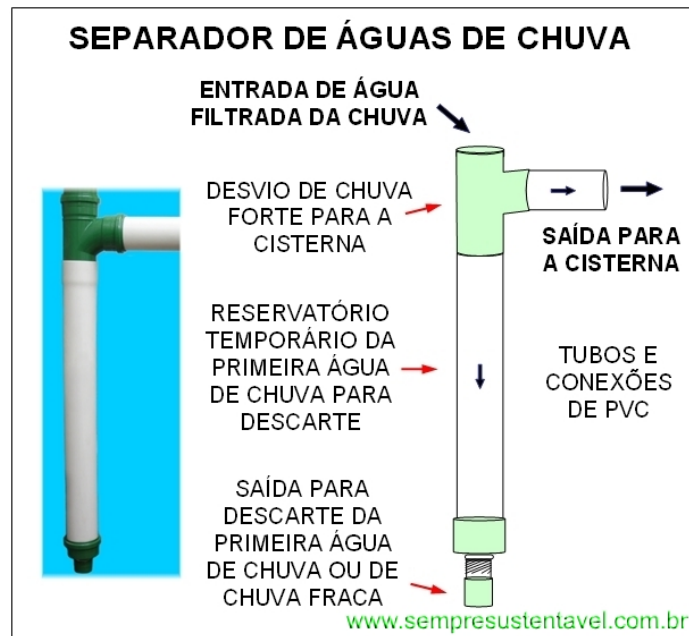
4.4.3 Uso da Água e Componentes do Sistema de Captação

A presente proposta de reutilização de água pluvial visa destinar o material coletado para o abastecimento das 3 caixas de descargas presentes na residência, uma localizada no banheiro social, enquanto as demais ficam situadas em suítes distintas. Para que haja a possibilidade de implantação do sistema de reuso as seguintes etapas, materiais e mecanismos são essenciais como demonstram os tópicos a seguir:

- a) Como etapa inicial, as calhas dispostas em ambas as águas de telhado selecionadas (A1 e A2) serão responsáveis por deslocar a água pluvial para o separador de água de chuva (Figura 18). Este que deverá conter resíduos como folhas, galhos, poeira, entre outros e, simultaneamente, deslocar uma parte da água para um reservatório de descarte temporário enquanto a outra seguirá pela tubulação até alcançar o reservatório de água pluvial (2.000 L). O reservatório descarte em formato tubular é uma solução simplificada, de menor custo, e que também se apresenta como sugestão adequada ao contexto do estudo de caso.

⁶ “**Escoamento inicial:** Água proveniente da área de captação suficiente para carregar poeira, fuligem, folhas, galhos e detritos” (BRASIL, 2019, p.2).

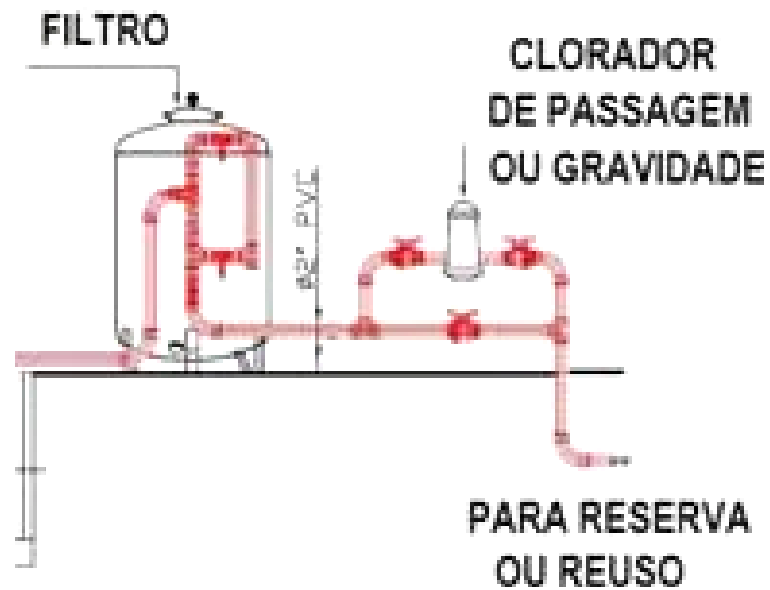
Figura 18: Separador de águas de chuva



Fonte: Sempre Sustentável (2014)

- b) Após a filtragem do fluido e descarte da primeira água de chuva, o material a ser armazenado no reservatório de água pluvial receberá o tratamento final através de um dosador de cloro automático (Figura 19), para evitar assim a proliferação de microrganismos patológicos. Neste caso, o dosador de cloro se localizará na rede de tubulação posterior ao reservatório, sendo nomeado como clorador de passagem. A dosagem de cloro necessária deve estar de acordo com as especificações do produto adquirido no mercado.

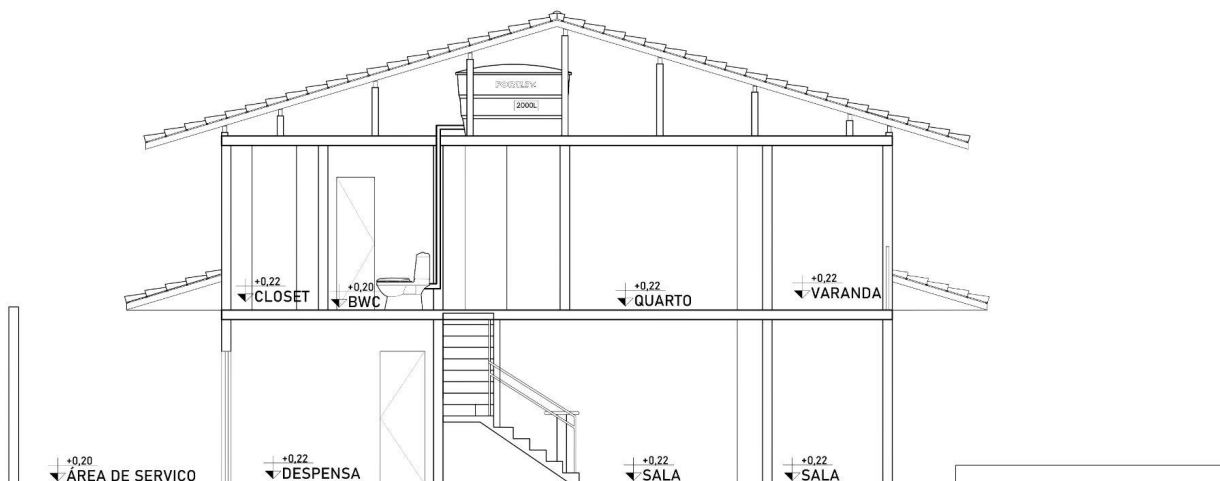
Figura 19: Dosador de cloro automático



Fonte: Snatural (S/D)

- c) Por fim, o recurso hídrico será designado aos pontos de abastecimento das caixas de descarga (Figura 20).

Figura 20: Sistema de captação de água de chuva na residência - Corte A

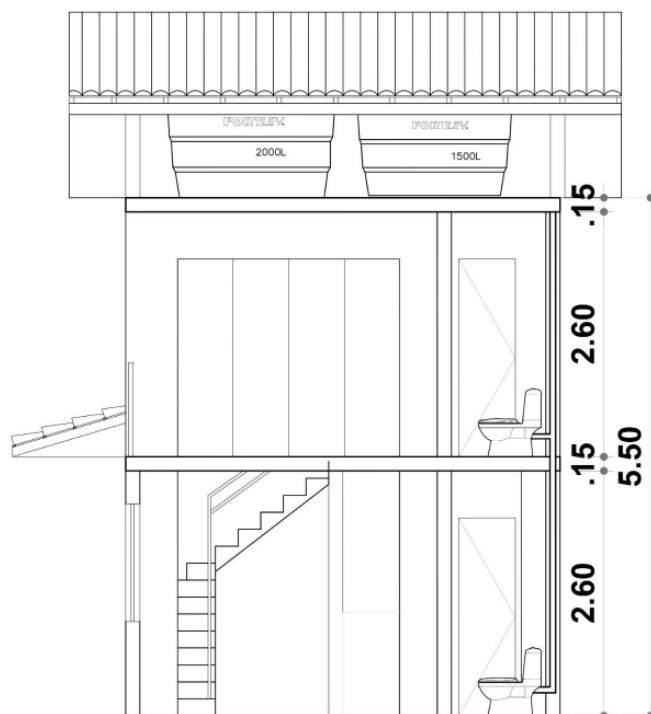


4 CORTE A
ESCALA: 1:50

Fonte: Aatoria (2024)

A seguir, o segundo corte (Figura 21) que representa a distribuição da água de chuva para as duas caixas que descargas que são consecutivas (uma sobre a outra):

Figura 21: Sistema de captação de água de chuva na residência - Corte B



5 **CORTE B**
ESCALA: 1:50

Fonte: Aatoria (2024)

Com isso, tem-se a lista dos principais componentes do sistema de captação e reuso de água pluvial empregado neste estudo de caso:

Figura 22: Lista dos componentes do sistema

LISTA DOS COMPONENTES DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO E REUSO DE ÁGUA PLUVIAL			
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
SERVIÇOS PRELIMINARES			
Limpeza Geral	2	23,00	46,00
		SUBTOTAL	46,00
INFRAESTRUTURA			
Cimento Portland CP II: 50k	4	35,15	140,60
Areia: 50k	3	37,00	111,00
Brita: 40 k	3	14,16	42,48
Argamassa pré-fabricada	3	58,55	174,66
Tinta Branca	3	27,50	82,50
		SUBTOTAL	551,24
INSTALAÇÃO HIDROSSANITÁRIAS			
Calha de seção circular (PVC / 5,10 m / i = 0,5 % / Ø = 100 mm)	2	92,90	185,80
Reservatório de 2.000 L	1	1.000,00	1000,00
Dosador de cloro automático / Clorador de Passagem	1	250,00	250,00
Separador de água de chuva	1	180,00	180,00
Bocal descida calha seção circular (PVC / Ø = 100 mm)	2	92,50	185,00
Boia para o Reservatório	1	50,00	50,00
Tubos (PVC / Ø =75 mm)	7	59,90	419,30
Joelho 90 ° (PVC / Ø= 75 mm)	5	4,89	24,44
Registro Gaveta (PVC / Ø = 75 mm)	2	55,90	111,80
Cola de PVC Grande	2	16,90	33,80
Mão de Obra (40% do preço total dos materiais)	2		975,74
		SUBTOTAL	3.415,08
SERVIÇOS COMPLEMENTARES			
Limpeza pós-obra	2	23,00	46,00
		SUBTOTAL	46,00
TOTAL			4.058,32
BDI (20%)			811,67

Fonte: Aatoria (2024)

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a coleta de informações que permitissem o planejamento do projeto de captação e reuso de água pluvial para o estudo de caso desenvolvido no presente TCC, os resultados previstos com a instalação desse sistema estão sintetizados na Figura 23 a seguir, sendo estes baseados nos dados obtidos entre os dias 01/02/2023 a 31/01/2024:

Figura 23: Resultados Previstos com a Instalação do Sistema de Captação e Reuso de Água Pluvial

Resultados Previstos com a Instalação do Sistema de Captação e Reuso de Água Pluvial	
Consumo Diário - Demanda de água potável por dia	600 L/dia
Consumo Anual na residência (01/02/2023 - 31/01/2024)	118.000 L
Valor total gasto ao longo do ano com contas de água (01/02/2023 - 31/01/2024)	R\$ 1.288,52
Percentual do consumo diário a ser substituído por água pluvial	9%
Percentual do consumo anual a ser substituído por água pluvial	16,70%
Economia anual com a adição do sistema de reuso e captação de água pluvial	R\$ 215,18

Fonte: Aatoria (2024)

A partir dessas estimativas conclui-se que, se o projeto de reutilização de água de chuva tivesse sido instalado no início do ano de 2023 na residência, a economia anual da família com gastos provenientes do consumo de água potável seria de aproximadamente 16,70%. Isso acabaria por refletir em um desconto de cerca de R\$ 215,18 na conta anual fornecida pela concessionária.

No tocante, em relação ao investimento financeiro necessário para a execução desse sistema, segundo o orçamento simplificado desenvolvido nesta pesquisa (Figura 22), averigua-se que, através da economia anual na conta de água da edificação, seria necessário, aproximadamente, duas décadas para se obter o retorno do valor investido na implementação desse projeto.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, o presente trabalho de conclusão de curso (TCC) possuía como objetivo dimensionar um sistema sustentável, econômico e de eficiente reuso de água de chuva em uma residência unifamiliar, situada no bairro de Jardim Placaford, na capital baiana, como exposto pelo título deste trabalho, “Reutilização De Água Pluvial Em Residência Unifamiliar: Um Estudo De Caso Em Salvador/Ba”.

Entretanto, após o desenvolvimento desta pesquisa, informações foram coletadas e detalhes importantes foram observados na perspectiva de implementação deste projeto. Analisando o orçamento disponível neste TCC, com valor total de R\$ 4.058,32 para sua implementação, assim como a demanda de água potável a ser substituída pela água pluvial, sendo representada por 16,70% no período de fevereiro de 2023 a janeiro de 2024, o que equivale a uma economia de R\$ 215,18 da conta de água anual gasta no intervalo citado, estima-se que para se obter uma reposição financeira da quantia investida seria preciso, aproximadamente, um tempo de 20 anos.

Em vista disso, constatamos que, apesar da instalação desta proposta servir de como alternativa para redução da pressão sobre o meio ambiente e preservação da água doce no planeta, seu retorno econômico anual caracteriza-se como sendo ínfimo, nas condições aqui apresentadas (abastecimento para um único uso não potável).

Devido à sua simplicidade e, conseqüentemente, à baixa reposição financeira deste projeto, os gastos com a execução deste sistema de captação e reuso de água de chuva, destinado apenas para o abastecimento das caixas de descarga da residência, também não são recomendados.

Para que seja possível contornar este cenário é sugerido uma captação extra de água pluvial para que esta possa abastecer outras atividades que não requerem a potabilidade da água, como a lavagem de pisos e irrigação de jardim.

Todavia, é de extrema importância salientar que apesar das desvantagens econômicas acarretadas pela introdução desta estratégia de captação de água, se uma maior parte da água pluvial disponível na região, que é abundante devido ao alto índice pluviométrico de Salvador, fosse direcionada para a maioria

dos edifícios da capital baiana de modo a abastecer as caixas de descarga via captação de água de chuva, o retorno para o meio ambiente e para a economia individual e do município seriam significativos. Desse modo, nesse contexto socioambiental, o uso do sistema apresentado ainda seria estimulado se empregado de forma coletiva.

REFERÊNCIAS

- Água de Chuva – Aproveitamento e Reuso.** Snatural Ambiente: snatural@snatural.com.br. Disponível em: <https://www.snatural.com.br/aproveitamento-agua-chuva/>. Acesso em: 02 fev. 2024.
- ALMEIDA, Jefferson Silva; SANTOS, Leidelu Brito. **Sistema de captação de água da chuva- Dimensionamento estrutural da cobertura da garagem dos veículos oficiais do IFBA Campus Salvador. 2019. 49 f.** TCC (Graduação) - Curso de Técnico em Saneamento, Construção Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Salvador, 2019.
- Árabicas: Qual é o líquido mais valioso do Oriente Médio?.** Brasília: Bbcbrasil.Com, 15 jul. 2005. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/reporterbbc/story/2005/06/050614_arabicasc#~:text=Os%20rios%20Tigre%20e%20Eufrates,a%20S%C3%ADria%20e%20o%20Iraque.. Acesso em: 02 fev. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: **Instalações prediais de águas pluviais.** Rio de Janeiro: Ecivilufes.Files.Wordpress.Com, 1989. 13 p. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-10844-1989-instalac3a7c3b5e5-prediais-de-c3a1guas-pluviais.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: **Instalação predial de água fria.** Rio de Janeiro: <https://ecivilufes.files>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15527: **Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis — Requisitos.** Rio de Janeiro, 2019. 10 p. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-federal-do-rio-de-janeiro/hidrologia-apl-geren-bac-hidro/aproveitamento-de-agua-de-chuva-de-coberturas-15527/34413005>. Acesso em: 02 fev. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR16783: **Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações.** Rio de Janeiro, 2019. 19 p. Disponível em: <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-federal-do-para/direito-ambiental/nbr16783-arquivo-para-impressao/38923228>. Acesso em: 02 fev. 2024
- BAHIA. Secretaria De Desenvolvimento Urbano. **LOUOS.** 2021. Disponível em: <https://sedur.salvador.ba.gov.br/louos-2016/18-legislacao/62-louos>. Acesso em: 17 nov. 2023.
- BAHIA.GOV.BR (Brasil). Inema- Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos Inmet- Instituto Nacional de Meteorologia. **Monitoramento.** 2023. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/monitoramento/indice-precipitacao/>. Acesso em: 17 nov. 2023.
- BEZERRA, Stella Maris da Cruz; CRISTAN, Priscila de; TEIXEIRA, Celimar Azambuja; FARAHA KHSH, Khosrow. **Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva:** comparação entre métodos da abnt nbr 15527/2007 e decreto municipal 293/2006 de Curitiba, pr. 2010. 13 f. Tese - Curso de Departamento de Construção Civil, Universidade Tecnologia Federal do Paraná, Curitiba-Pr- Brasil, 2010.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Legislação**. 2023. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2023/lei-14546-4-abril-2023-794007-publicacaooriginal-167507-pl.html>. Acesso em: 17 nov. 2023.

BRASIL. Ministério Da Educação. **Manual de Educação para o Consumo Sustentável**. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p. Disponível em: http://www.idec.org.br/uploads/publicacoes/publicacoes/Manual_completo.pdf. Acesso em: 17 de nov. 2023

BRASIL. Ministério Da Integração Nacional E Do Desenvolvimento Regional. **Água no mundo**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo#:~:text=Estima%2Dse%20que%2097%2C5,%25%20encontra%2Dse%20nos%20rios>. Acesso em: 17 nov. 2023.

BRASIL. Raimundo Pontes Cunha Neto. **Códigos de Água**. Brasília: Senado Federal, 2003. 231 p. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70322/653798.pdf?sequencia=2&isAllowed=y>. Acesso em: 17 nov. 2023.

CIMATECJR. **Captação de águas pluviais: o que é e quais os benefícios?**. Disponível em: <https://www.cimatecjr.com.br/captacao-de-aguas-pluviais-o-que-e-e-quais-os-beneficios#:~:text=Esta%20iniciativa%20consiste%2C%20basicamente%2C%20em,m%C3%A1%20administra%C3%A7%C3%A3o%20deste%20recurso%20finito>. Acesso em: 17 nov. 2023.

CREA (Paraná). **Uso e Reúso da Água**. Disponível em: <https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/uso-e-reuso-da-agua.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.

CREDER, Hélio. **Instruções Hidráulicas e Sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 1996. 438 p. Disponível em: <https://www.scribd.com/document/438614446/Instalacoes-Hidraulicas-e-Sanitarias-6%C2%AA-edicao-Helio-Creder-pdf>. Acesso em: 03 fev. 2024.

Distribuição da água na Terra. 2019. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/5-ano/materia-e-energia-a-gua-na-terra/a-gua-na-terra/a/distribuicao-da-agua-na-terra#:~:text=A%20Terra%20possui%20o%20total,e%20salgada%20em%20nosso%20planeta>. Acesso em: 17 nov. 2023.

FERREIRA, Priscila. **Agência Brasil. Brasileiro consome significativo volume de água que não sai das torneiras**. 2018. Repórter da EBC. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-03/brasileiro-consome-significativo-volume-de-agua-que-nao-sai-das-torneiras>. Acesso em: 17 nov. 2023.

FERREIRA, Priscila. **Brasileiro consome significativo volume de água que não sai das torneiras**. 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-03/brasileiro-consome-significativo-volume-de-agua-que-nao-sai-das-torneiras>. Acesso em: 17 nov. 2023.

GOV.BR/ (Brasil). Inema- Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos Inmet- Instituto Nacional de Meteorologia. **Sistema Estadual De Informações Ambientais E De Recursos Hídrico (SEIA)**. Disponível em: <http://monitoramento.seia.ba.gov.br/>. Acesso em: 17 nov. 2023.

JADE, Líria; FERREIRA, Luiz Cláudio. **Onde Está A Água No Brasil?** Disponível em: <https://www.ebc.com.br/especiais-agua/agua-no-brasil#:~:text=Cerca%20de>

%2012%25%20da%20disponibilidade,dos%20recursos%20h%C3%ADricos%20do%20pa%C3%ADs. Acesso em: 17 nov. 2023.

LIMA, Ana Cássia Oliveira. **RESSUREIÇÃO**, Kássia Regina Franco. **Edificações com sistema de águas pluviais**: Um estudo de caso. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 11, Vol. 06, pp. 134 -153 Novembro de 2018. Disponível em:

<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/aguas-pluviais>.

Acesso em: 17 de nov. 2023

Luta pela água no México revolta os camponeses da fronteira com os EUA.

México, 10 set. 2020. Disponível em:

<https://brasil.elpais.com/internacional/2020-09-10/luta-pela-agua-no-mexico-revolta-os-camponeses-da-fronteira-com-os-eua.html>. Acesso em: 02 fev. 2024.

Modelo Da Tecnologia Social De Acesso À Água Nº 27: Sistema Pluvial

Multiuso Comunitário – ambiente de várzea. Sistema Pluvial Multiuso

Comunitário – ambiente de várzea. 2013. Programa Nacional de Apoio à

Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água.

Disponível em:

https://www.mds.gov.br/webarquivos/arquivo/seguranca_alimentar/cisternas_marcolegal/tecnologias_sociais/2018/Sistema_Pluvial_Multiuso_comunitario_varzea_tec27/Modelo27.pdf. Acesso em: 17 nov. 2023.

PEREZ, Aldrin. **Aproveitamento da água de chuva: Uma fonte alternativa de abastecimento**. 2022. Colaboradores: Renally Amorim. Disponível em:

<https://www.gov.br/insa/pt-br/assuntos/noticias/aproveitamento-da-agua-de-chuva-uma-fonte-alternativa-de-abastecimento>. Acesso em: 17 nov. 2023.

Projeto experimental do separador de águas de chuva de baixo custo:

manual de construção e instalação versão 1.2 .. Dez 2014.

Sempresustentavel.com.br. Disponível em:

<https://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/minicisterna/separador-de-agua-d-e-chuva.htm>. Acesso em: 03 fev. 2024.

ROGERS, Kristen. **Com que frequência você deve fazer cocô?** Aqui está a resposta. 2023. CNN Brasil. Disponível em:

<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/com-que-frequencia-voce-deve-fazer-coco-a-qui-esta-a-resposta/#:~:text=%E2%80%9CA%20maioria%20das%20pessoas%20ter%C3%A1,%C3%A9%20o%20%C3%BAnico%20fator%20importante..>

Acesso em: 02 fev. 2024.

RUPPI, Ricardo Formagiarini; MUNARIMI, Ulisses; GHISI, Enedir. **Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial**. Scielo Brasil. Santa Catarina, dez. 2011. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ac/a/zFtwYstjzKZHDWCjPyQPDMF/?la#>. Acesso em: 02 fev. 2024.

SANTOS, D. B. dos. et al. **Captação, manejo e uso de água de chuva**.

ed.Paraíba: Instituto Nacional do Semiárido, 2015. Disponível em:

https://issuu.com/pesquisa-unificada/docs/capta_o-de_gua-de-chuva. Acesso em: 17 de nov. 2023

SENRA, Marcelo Furtado. **Uso Consciente Da Água**. 2016. 70 f. TCC

(Graduação) - Curso de Especialização em Construção Civil, Escola de

Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais., Belo Horizonte, 2016.

Disponível em:

https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AY4MTQ/1/monografia__uso_consciente_da_gua__final.pdf. Acesso em: 17 nov. 2023.

SILVA, Ronald Carlos Zorgdrager da; TAVARES, Ms. Marcio de Moraes. **Meio Ambiente: Sustentabilidade, Inovação e Novos Negócios. sustentabilidade em água pluvial de acordo com padrões de qualidade na ilha dos arvoredos.** Sustentabilidade em Água Pluvial de Acordo com Padrões de Qualidade na Ilha dos Arvoredos. Disponível em: <https://www.unaerp.br/documentos/1916-sustentabilidade-em-agua-pluvial-de-acordo-com-padroes-de-qualidade-na-ilha-dos-arvoredos/file>. Acesso em: 17 nov. 2023.

SUASSUNA, João. Artigo – **A má distribuição da água no Brasil.** 2004. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2004/04/b-artigo-b-a-ma-distribuicao-da-agua-no-brasil/>. Acesso em: 17 nov. 2023.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento De Água De Chuva Em Áreas Urbanas Para Fins Não Potáveis.** 2010. Disponível em: https://909d9be6-f6f1-4d9c-8ac9-115276d6aa55.filesusr.com/ugd/0573a5_bfa504956e664155b22974ef016e05a7.pdf?index=true. Acesso em: 17 nov. 2023.

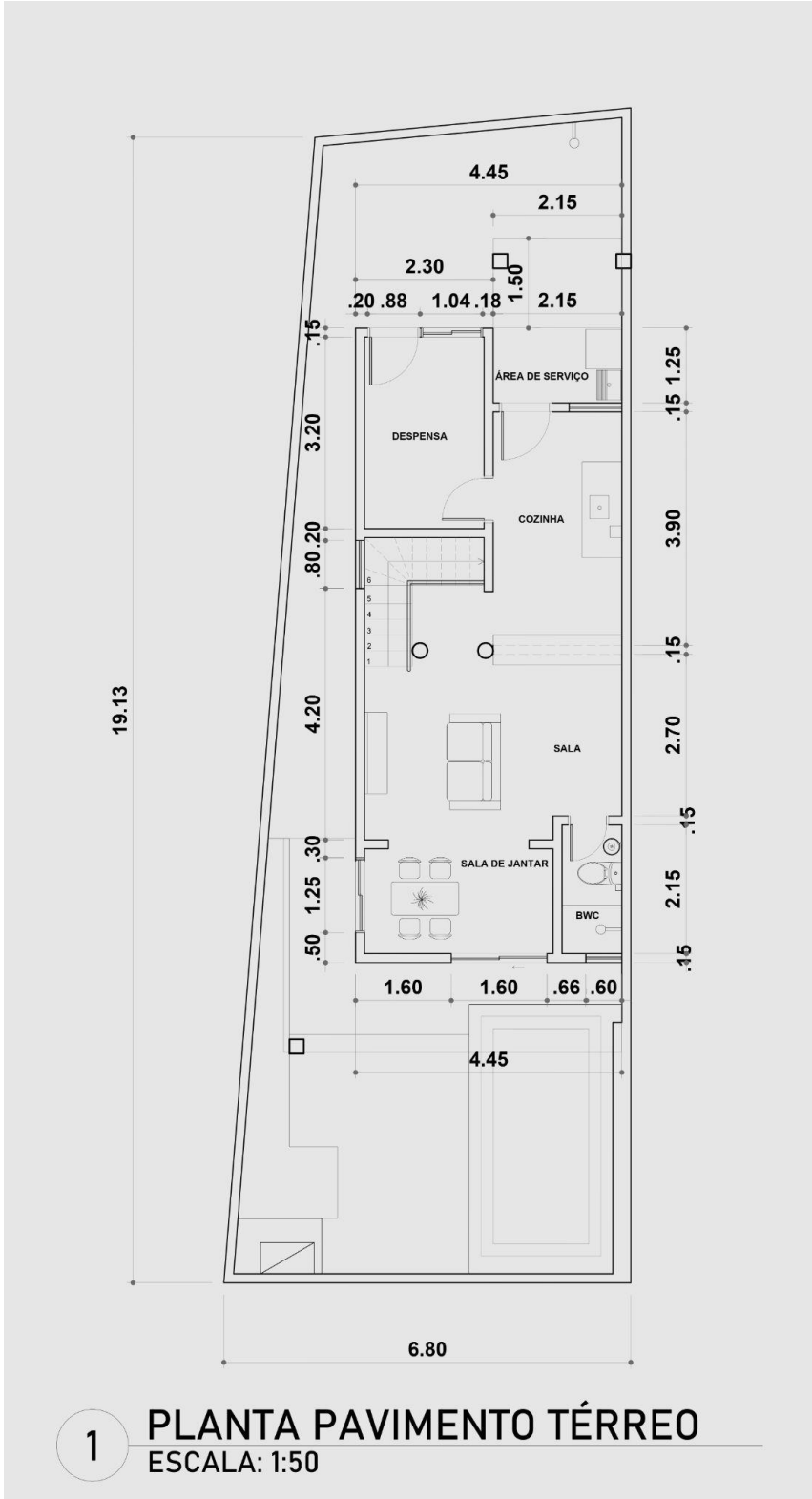
TRATA BRASIL (Brasil). **Região Nordeste desperdiça quase metade da água potável, aponta estudo do Trata Brasil.** Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/regiao-nordeste-desperdica-quase-metade-da-agua-potavel-aponta-estudo-do-trata-brasil/#:~:text=Com%20mais%20de%2014%20milh%C3%B5es,chegar%20%C3%A0s%20casas%20dos%20consumidores>. Acesso em: 17 nov. 2023.

Uso Racional de Água: em casa. Disponível em: <https://site.sabesp.com.br/site/interna/default.aspx?secaold=595#:~:text=Desde%202001%20h%C3%A1%20%C3%A0%20venda,da%20finalidade%20de%20sua%20utiliza%C3%A7%C3%A3o..> Acesso em: 02 fev. 2024.

wordpress.com, 1998. 41 p. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-05626-1998-instalac3a7c3a3o-predial-de-c3a1gua-fria.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.

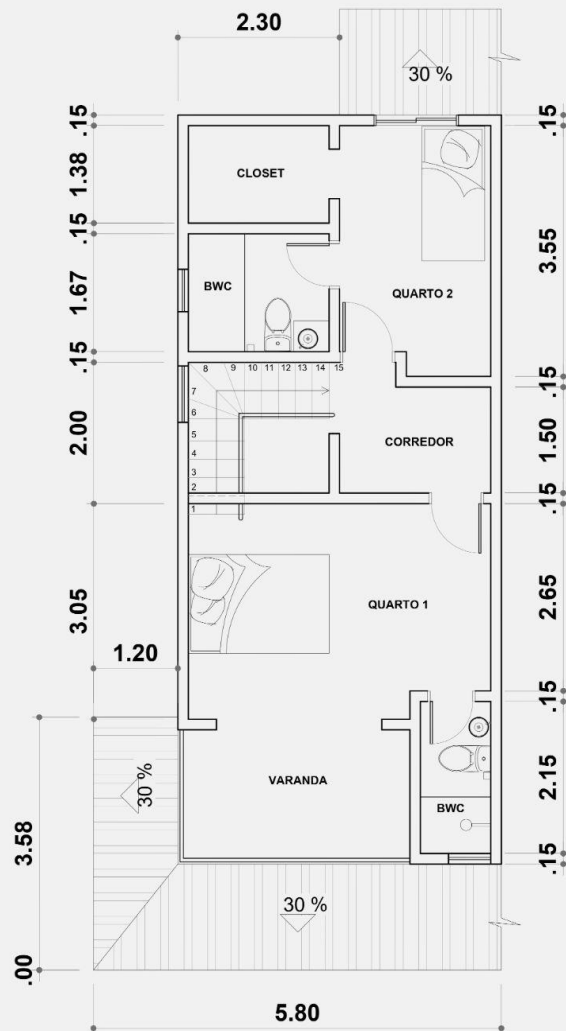
APÊNDICE

APÊNDICE A - PLANTA PAVIMENTO TÉRREO



1 PLANTA PAVIMENTO TÉRREO
ESCALA: 1:50

APÊNDICE B - PLANTA PAVIMENTO SUPERIOR

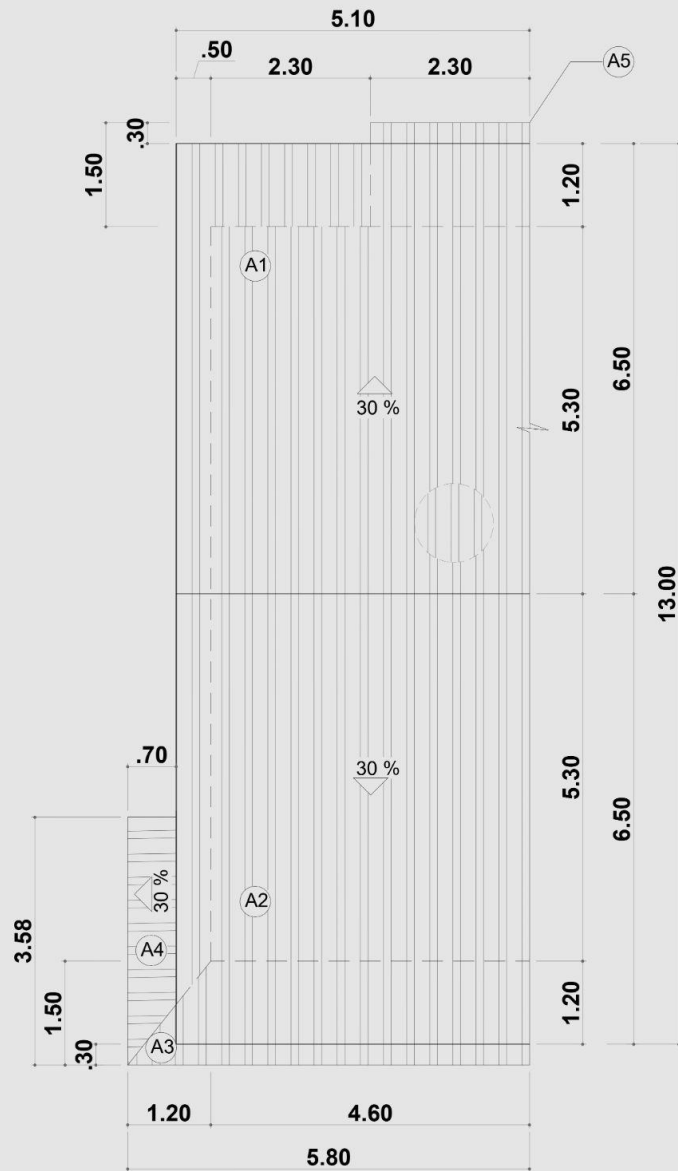


2

PLANTA PAVIMENTO SUPERIOR
ESCALA: 1:50

Fonte: Aatoria (2023)

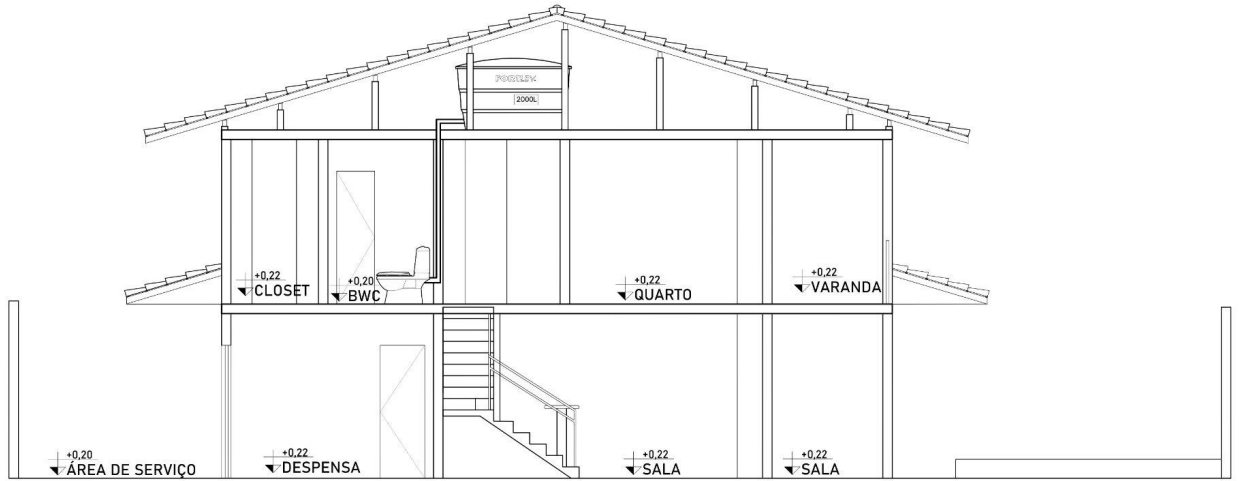
APÊNDICE C - PLANTA DE COBERTURA



3 PLANTA DE COBERTURA
ESCALA: 1:50

Fonte: Aatoria (2023)

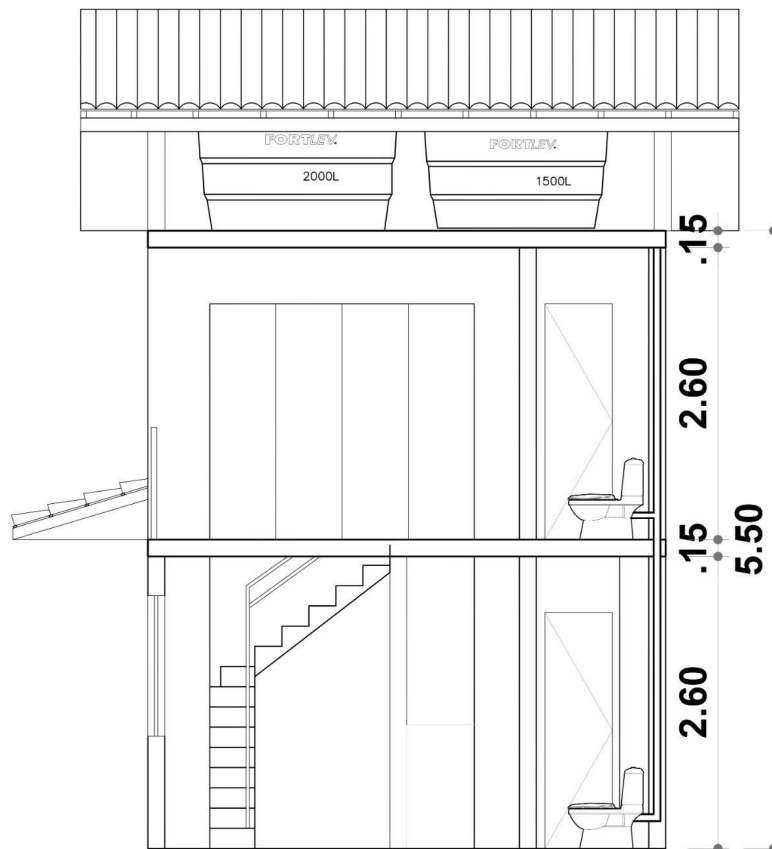
APÊNDICE D - SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA RESIDÊNCIA - CORTE A



4 CORTE A ESCALA: 1:50

Fonte: Aatoria (2024)

**APÊNDICE E - SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NA
RESIDÊNCIA - CORTE B**

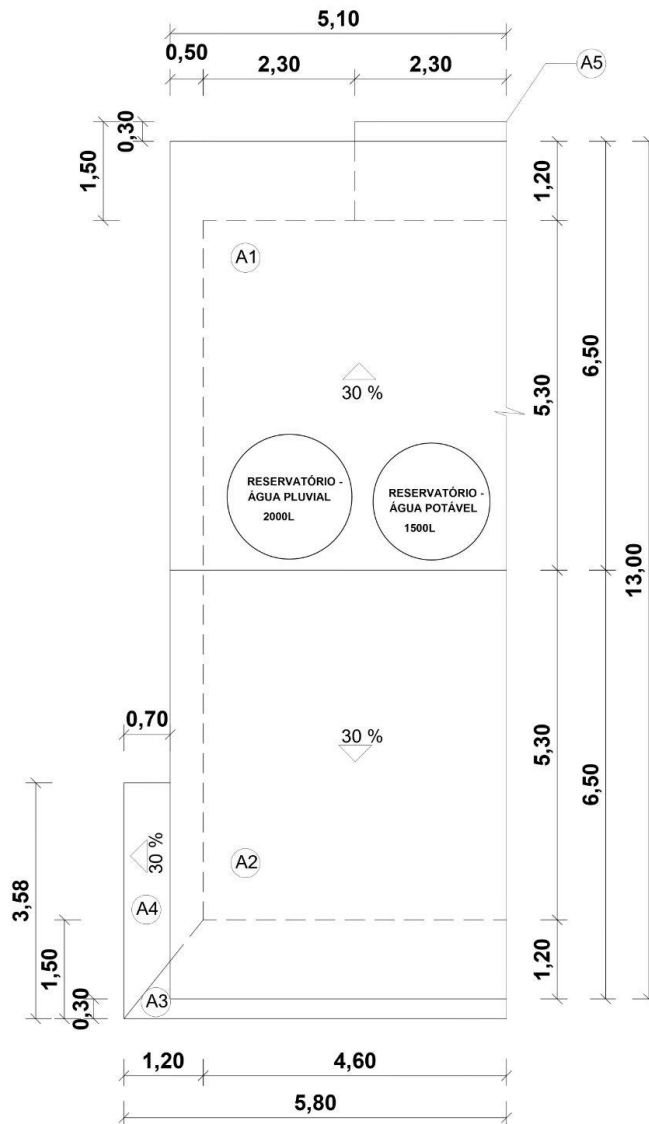


5

CORTE B
ESCALA: 1:50

Fonte: Aatoria (2024)

APÊNDICE F - POSICIONAMENTO DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA PLUVIAL E DO RESERVATÓRIO DE ÁGUA POTÁVEL



3 PLANTA DE COBERTURA ESCALA: 1:50

Fonte: Aatoria (2024)