



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**UM ESTUDO PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA FINS  
NÃO-POTÁVEIS NO PAVILHÃO DE AULAS 3 DA UFRB**

**MAIARA CONCEIÇÃO MARQUES DE SOUZA**

Cruz das Almas

Dezembro - 2020

MAIARA CONCEIÇÃO MARQUES DE SOUZA

**UM ESTUDO PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA  
FINS NÃO-POTÁVEIS NO PAVILHÃO DE AULAS 3 DA UFRB.**

Trabalho de conclusão de curso submetido à Coordenação do curso de Engenharia Civil do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Romero Guimaraes Serrano de Andrade

Cruz das Almas

Dezembro - 2020

**UFRB - UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS**  
**ENGENHARIA CIVIL**

**UM ESTUDO PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA**  
**FINS NÃO-POTÁVEIS NO PAVILHÃO DE AULAS 3 DA UFRB.**

Aprovada em: 17/12/2020

COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof. Dr. Paulo Romero Guimarães Serrano de Andrade  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia / UFRB  
Presidente (Orientador)



Dr. Elves de Almeida Souza  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia / UFRB  
Membro Interno



Prof. MSc. Moisés Ferreira Eleutério Silva ( )  
Centro Universitário SENAI - SIMATEC / BA  
Membro Externo

Cruz das Almas

Dezembro - 2020

Dedico esse trabalho a mainha, painho e hermanita por todo apoio, incentivo e amor. Vocês são os maiores responsáveis para que esse sonho se concretizasse. Amo vocês!

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, digno de toda honra e toda glória. Obrigada pai, por ter colocado tantos anjos na minha trajetória para me mostrar que por mais que as adversidades cheguem nunca estou, nem nunca estarei só.

A mainha, por todo apoio, carinho, compreensão e amor. Obrigada mãe, por me mostrar que a educação sempre será o caminho certo.

A painho, pelas boas risadas, incentivo e amor. Você não sabe o quão grata sou por você ser meu pai. Thanks, Daddy! (Ele ama falar inglês)

A minha hermanita que mais parece ser minha mãe. Obrigada Nai, por absolutamente tudo que você fez e faz por mim. Sem você, não chegaria nem na metade. Mãe te ama!

A todaaaaaaaaaaaaaaaaa minha família, o dia chegou, galera! Agora vocês podem parar de perguntar agora quando eu vou formar! Em especial aos que nos deixaram tão cedo: minha vó Salve, meu tio César e minha tia Cristina, sei que onde vocês estiverem, estarão comemorando a nossa vitória. Amo vocês!

A minha família que fiz em Cruz, os anjos que Deus colocou na minha vida para tornar essa trajetória mais leve e feliz. Obrigada Min, Rafa, Nanda, Kiuuh, Bilo, Pablo, Bel e Sérgio! Em especial, Jai, Jurerê e Hicks que mais testemunharam minhas crises, meus choros e minhas vitórias, esse sonho só foi possível porque vocês estavam comigo. Obrigada meus amores!

A Laila, la perita más hermosa de la vida! Que faz uma festa toda vez que eu chego em casa.

As tias da limpeza, por alegrarem a minha vida. Obrigada pelo apoio, incentivo, chás, cafés e biscoitinhos. Vocês são incríveis! Amo vocês!!

A Duda, meu moto taxi preferido. Obrigada por tá sempre disponível e pelas caronas( me livrou de várias paletadas). Deus te abençoe!

Aos guardas, Lima e a galera da administração. Obrigada por me atenderem tão bem.

A galera da CIMAM, obrigada pelo aprendizado, boas risadas e pelas amizades que eu fiz. Vou levar vocês no meu coração.

Aos professores, por escolherem essa profissão e desempenhá-la muito bem. Em especial, ao meu orientador Prof. Paulo Romero G. Serrano de Andrade, por ter me orientado e me dado assistência para a confecção desse trabalho. Obrigada professor!

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram nessa trajetória, torcendo e orando por mim. Meu muito obrigada !!! Esse título é NOSSO!

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**UM ESTUDO PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA  
FINS NÃO-POTÁVEIS NO PAVILHÃO DE AULAS 3 DA UFRB.**

**RESUMO**

A água é fundamental para o desenvolvimento sócio-econômico e sustentação da vida, em todas as suas dimensões. O problema de escassez de água, aliado a má utilização da água potável que chega até os consumidores finais sugere a procura de alternativas para a sua solução, o que torna o aproveitamento de água de chuva uma importante fonte capaz de contribuir com ganhos ambientais pelo uso racional das águas, com redução de despesas junto às companhias de saneamento, podendo garantir o abastecimento dos pontos de consumo de água não potável às residências, escritórios, fábricas, instalações de ensino, entre tantas. A lavagem de calçadas e pisos, irrigação de jardins, descargas de vasos sanitárias, lavagens de roupas e veículos, são possibilidades para amenizar o desperdício de água potável em instalações em usos de baixa necessidade higiênica. O presente trabalho verifica a viabilidade de se implantar um sistema de aproveitamento de água de chuva no Pavilhão de Aulas 3 da UFRB, em Cruz das Almas-BA, visando atender demandas de descargas em bacias sanitárias e rega de jardim. Pela aplicação do Método Prático Australiano, analisada a chuva aproveitável, estimou-se um volume de reservatório igual a  $80 \text{ m}^3$ . O benefício financeiro para UFRB representaria R\$ 1.968,78/mês, ou cerca de R\$23.625,36 ao ano visto que se deixaria de comprar um volume de  $80 \text{ m}^3/\text{mês}$  de água potável, significando uma economia da ordem de R\$206.243,58, descontados custos com energia e manutenção das bombas, durante 10 anos nas contas da UFRB. Pela Análise Benefício/Custo, os resultados alcançados atestam a viabilidade econômica do projeto com retorno do investimento em 2 anos e 5 meses, demonstrada a não necessidade de aquisição de  $960 \text{ m}^3/\text{ano}$  de água potável.

**Palavras-chave:** aproveitamento de água de chuva, abastecimento, uso não potável.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**A STUDY FOR THE USE OF RAIN WATER FOR NON-POTABLE PURPOSES IN  
THE PAVILION OF CLASS 3 OF UFRB.**

**ABSTRACT**

Water is fundamental for socio-economic development and life support, in all its dimensions. The problem of water scarcity, combined with the misuse of drinking water, which reaches the final consumers, impels the search for alternatives for its solution, which makes the use of rainwater an important source capable of contributing to environmental gains by rational use of water, reduction of expenses with the sanitation companies, being able to guarantee the supply of points of consumption of non-potable water to homes, offices, factories, teaching facilities, among many others. The washing of sidewalks and floors, irrigation of gardens, flushing of toilets, washing of clothes and vehicles, are possibilities of using rain water, to minimize the waste of drinking water in installations in uses with low hygienic need. The present work verifies the feasibility of implementing a system for using rainwater in the Pavilion of Class 3 of UFRB, in Cruz das Almas-BA, in order to meet the demands of discharges in sanitary basins and garden irrigation. By applying the Australian Practical Method, analyzing the usable rain, a reservoir volume equal to 80m<sup>3</sup> was estimated. The financial benefit for UFRB would represent R\$ 1.968,78/ month, or about R\$23.625,36 per year, considering a volume of 80 m<sup>3</sup> / month would be stopped, meaning one in the order of R\$206.243,58, discounted energy and pump maintenance costs for 10 years in UFRB accounts. Through the Benefit / Cost Analysis, the results achieved attest to the economic viability of the project with a return on investment in 2 years and 3 months, demonstrating the non-need to purchase 800 m<sup>3</sup> / year of drinking water.

**Keywords:** use of rainwater, water supply, non-potable use.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Representação do ciclo hidrológico.....	16
Figura 2- Representação do percentual da água global.....	17
Figura 3- Distribuição das chuvas no Brasil.....	18
Figura 4- Regiões Hidrográficas do Brasil.....	19
Figura 5- Chultuns.....	21
Figura 6- Chultuns.....	21
Figura 7- Cisternas de placas e sistemas de coleta de água de chuva do telhado.....	23
Figura 8- Cisternas de placas de coleta de água de chuva do telhado.....	23
Figura 9- O princípio da captação de água de chuva.....	24
Figura 10- Elementos de um sistema de aproveitamento de água de chuva.....	25
Figura 11- Elementos e dispositivos do sistema de captação e armazenamento.....	26
Figura 12- Reservatórios de água de chuva.....	27
Figura 13- Reservatórios de água de chuva.....	28
Figura 14- Reservatórios de água de chuva.....	28
Figura 15- Percurso da possível contaminação da água.....	31
Figura 16: Fluxo de Caixa em diagrama.....	37
Figura 17- Mapa de localização Cruz das Almas-Ba.....	40
Figura 18- Pavilhão de Aulas 3 (Vista Frontal).....	41
Figura 19: Pavilhão de Aulas 3 (Vista Lateral).....	41
Figura 20- Planta de cobertura e fachada posterior do Pavilhão de Aulas 3.....	42
Figura 21- Planta baixa do térreo.....	42
Figura 22- Hietograma de precipitação em Cruz das Almas-Ba.....	44

## LISTA DE TABELAS E GRÁFICO

Gráfico 1: Precipitação média mensal na região 87 .....	20
Tabela 1: Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis .....	32
Tabela 2: Médias Mensais e totais anuais de precipitação em Cruz das Almas – BA (mm) ...	43
Tabela 3: Cálculo de demandas .....	45
Tabela 4: Volume médio mensal .....	46
Tabela 5: Cálculo do volume do reservatório.....	47
Tabela 7: Orçamento básico do sistema .....	49
Tabela 8: Faixas de consumo e tarifas.....	50
Tabela 9: Vida útil dos componentes de sistema de bombeamento e estimativa da manutenção anual .....	51
Tabela 10: Fluxo de caixa e determinação do benefício e custos, VPL, B/C num horizonte de 10 anos (TMA=10%a.a.) .....	52
Tabela 11: Cálculo da TIR .....	54

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

A- Área de Captação

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

B/C – Benefício/Custo

EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NBR – Norma Brasileira

P- Precipitação Média Mensal

pH – Potencial Hidrogeniônico

PNRH – Plano Nacional de Recursos Hídricos

Q- Volume mensal

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TMA – Taxa Mínima de Atratividade

uH – Unidade Hunter

uT – Unidade de Turbidez

VPL – Valor Presente Líquido

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
2 OBJETIVOS .....	15
2.1 OBJETIVO GERAL .....	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
3.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA .....	16
3.1.1 NO MUNDO .....	16
3.1.2 NO BRASIL .....	17
3.1.3 NA BAHIA .....	19
3.3 PRINCÍPIOS DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA .....	23
3.4 ELEMENTOS DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA .....	25
3.4.1 ELEMENTOS E ACESSÓRIOS .....	25
3.4.2 RESERVATÓRIOS PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA .....	27
3.4.2.1 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO .....	29
3.5 ASPECTOS DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA .....	30
3.6 ASPECTOS LEGAIS .....	33
3.7 VANTAGENS/DESVANTAGENS DO APROVEITAMENTO .....	35
3.8 FUNDAMENTOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS .....	36
3.8.1 MÉTODO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL) .....	37
3.8.2 RELAÇÃO B/C .....	38

3.8.3 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR) .....	38
3.8.4 PAYBACK .....	39
4 MATERIAL E MÉTODOS .....	40
4.1 CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO E OBJETO DE ESTUDO .....	40
4.1.1 OBJETO DE ESTUDO .....	41
4.1.2 DADOS PLUVIOMÉTRICOS .....	42
4.1.3 CÁLCULO DAS DEMANDAS .....	44
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
5.1 ESTIMATIVA DE CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA .....	48
5.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA .....	51
5.3.1 VPL .....	52
5.3.2 B/C .....	52
5.3.3 TMA .....	52
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	58
ANEXO 1 .....	60

# 1 INTRODUÇÃO

O modelo de desenvolvimento econômico vigente no mundo, atualmente, recomenda que a exploração dos recursos naturais ocorra de forma sustentável. Dentre estes recursos, a água se destaca em razão de ser multifuncional e atender demandas dos diversos setores da sociedade, que são cada vez mais elevadas. Esse cenário faz crescer a necessidade de se encontrar meios para a conservação da água, buscando formas alternativas de suprimento. Entre as alternativas, tem-se o reúso da água, a dessalinização e o aproveitamento de água de chuva, que podem promover a melhor gestão da oferta hídrica e das demandas, buscando a sustentabilidade dos recursos hídricos disponíveis.

Aproveitar água da chuva é uma maneira sustentável de economizá-la e ainda ajudar na preservação do meio ambiente. Muita água que a sociedade utiliza não precisa ser potável em nosso dia a dia, como para descargas, irrigação de jardins, lavagem de pisos, carros, etc. Essas demandas poderiam ser atendidas apenas com a utilização de águas pluviais. A captação e o aproveitamento de água de chuva, seja para fins potáveis ou não potáveis, adaptados a características físicas e socioeconômicas de diferentes regiões, seja no mundo e também no Brasil, configura uma realidade interessante que vem produzindo resultados, concorrendo para melhorar as condições de acesso à água em muitas cidades, como no caso interior do Nordeste brasileiro.

Além da redução no consumo da água potável, proveniente, principalmente, dos mananciais que atendem sistemas de abastecimento público, o aproveitamento de água de chuva pode reduzir custos para os consumidores. A água de chuva recolhida por sistemas de captação, não requer um tratamento sofisticado, por vezes apenas a filtração e desinfecção, e pode se tornar uma fonte alternativa de caráter complementar para o abastecimento de água para fins não potáveis, destinado a edificações residenciais, comerciais ou industriais.

O presente estudo verifica a viabilidade da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva no Pavilhão de Aulas 3 da UFRB, em Cruz das Almas-BA, para atender as demandas de descargas em bacias sanitárias e rega de jardim. Determinado o volume do reservatório para acumulação de água de chuva, verifica-se a hipótese de que o investimento é viável economicamente.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a viabilidade de implantação de sistema aproveitamento de água de chuva, para fins não potáveis, no Pavilhão de Aulas 3 da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), em Cruz das Almas-Ba.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Levantar dados do projeto de arquitetura do Pavilhão de Aulas 3 da UFRB, definindo demandas dos possíveis pontos de consumo de água não potável.
- Levantar e analisar os dados de pluviometria relacionados à região de Cruz das Almas, caracterizando a precipitação incidente sobre a área do Pavilhão de Aulas 3.
- Avaliar o volume de água de chuva aproveitável e dimensionar o volume do reservatório, em função dos usos possíveis, definido um método de cálculo estabelecido na NBR 15527:2019.
- Verificar se a metodologia adotada conduz a resultados úteis, visando possível redução do consumo de água potável pela UFRB.
- Fazer estimativas de custos e a análise de viabilidade econômica do sistema idealizado.

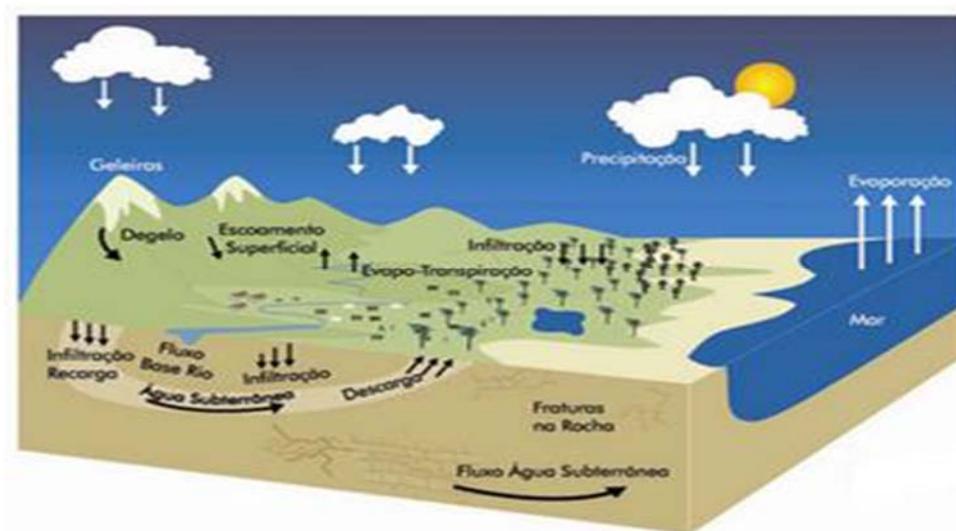
### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

##### 3.1.1 NO MUNDO

A água é um recurso natural abundante, presente no mundo inteiro e está em constante movimento. A água que precipita na forma de chuva, neve ou granizo, já esteve no subsolo, em icebergs e passou pelos rios e oceanos, compondo o chamado ciclo hidrológico, como mostrado na Figura 1. Apesar das denominações de água superficial, subterrânea e atmosférica, é importante salientar que, na realidade, a água é uma só e está sempre mudando de condição. É graças a isto que ocorrem as chuvas, a neve, os rios, lagos, oceanos, as nuvens e as águas subterrâneas.

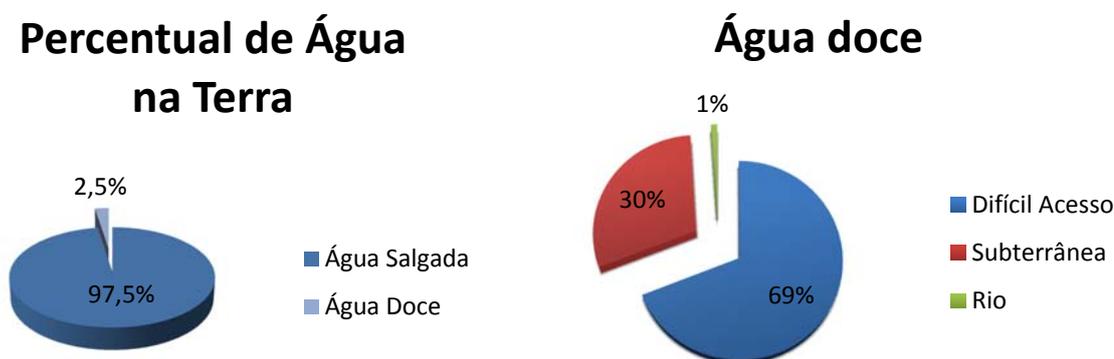
**Figura 1- Representação do ciclo hidrológico**



Fonte: MMA (2020)

Embora esse recurso seja abundante, em relação à sua disponibilidade para o consumo humano o panorama é outro, pois grande parte do volume total de água presente no mundo é salgada. Estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao nosso consumo direto nem à irrigação da plantação. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios, como ilustrado na Figura 2 (ANA, 2020).

Figura 2- Representação do percentual da água global



Fonte: Autora (2020)

Tem-se então, que apenas 31% está acessível para a população, porém grandes quantidades de águas subterrâneas estão sendo contaminadas e diversos rios estão sofrendo assoreamento e poluição devido a construções próximas aos mananciais, logo a água de boa qualidade fica cada vez mais inexistente, exigindo maiores investimentos para melhorá-la. Assim, faz-se necessário o uso consciente da mesma, por ser um recurso finito, por possuir um percentual inferior ao da água salgada (imprópria para o consumo humano) e também pelo fato de sua maioria encontrar-se em locais de difícil acesso.

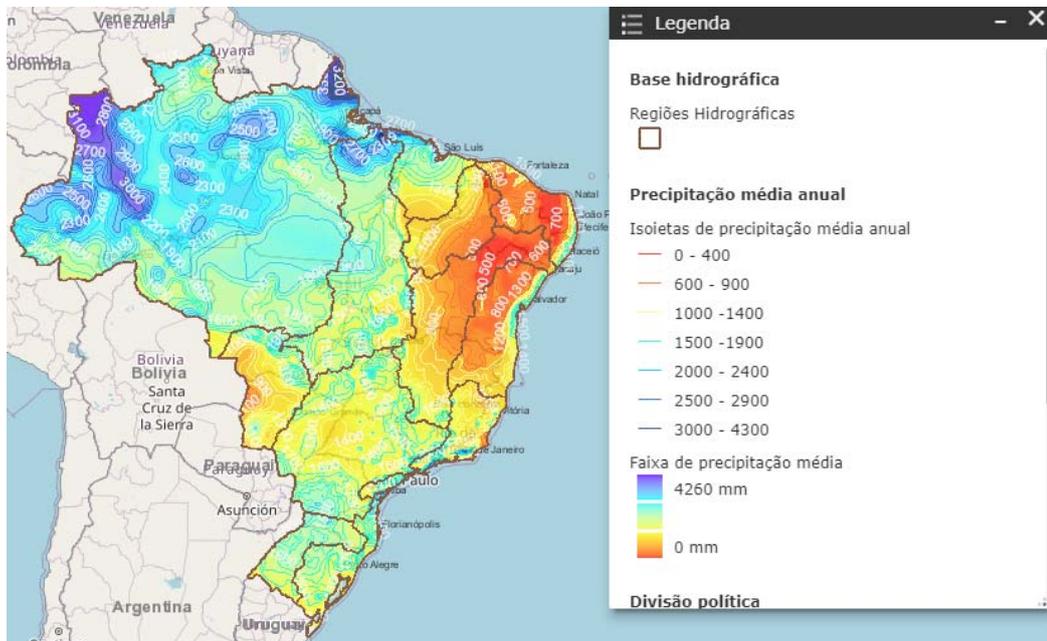
### 3.1.2 NO BRASIL

Embora o Brasil possua elevados índices pluviométricos (Figura 3) e em muitas localidades possuir potencial para aproveitamento de água de chuva, pouco se faz em relação a isso. É importante ressaltar que a implantação dos sistemas de captação de água de chuva não serve, apenas, para regiões que sofrem com grande escassez hídrica, mas para as regiões em geral, visto que o aproveitamento de água de chuva surge como alternativa para a diminuição da utilização de água potável para fins menos nobres, reduz enchentes provocadas pela grande quantidade de superfícies impermeáveis nas áreas urbanas, reduz o volume de água a ser atendido pelo sistema de drenagem, e também atua como medida não estrutural no sistema de drenagem urbana.

Ao visualizar o mapa do Brasil (Figura 3) é possível observar o quanto o país é privilegiado em estoques de água. Ele possui elevados volumes, esses distribuídos nas vastas extensões de praias, rios, lençóis freáticos, aquíferos, etc., e em termos de água doce o mesmo está à frente de todos os outros países. A descoberta do aquífero de Alter do Chão na Região Amazônica, com um volume estimado em 86, 4 mil km<sup>3</sup> de água, garantiu ao Brasil a

liderança mundial em reservas hídras, superando com mais que o dobro da quantidade do Aquífero Guarani, o segundo colocado com 37 mil km<sup>3</sup>, embora a área de ocupação dele seja bem maior. (UNIÁGUA, 2020)

**Figura 3- Distribuição das chuvas no Brasil**



Fonte: ANA (2020)

Apesar do Brasil possuir a maior reserva de água doce do mundo, há diferentes concentrações desse bem em determinadas localidades. Há regiões, por exemplo, onde a população é menor e possui maior concentração de água e menor onde a população é maior. Segundo Ghisi (2006), a Região Sudeste do Brasil, que dispõe de um potencial hídrico de apenas 6% do total nacional, conta com 43% do total de habitantes do país, enquanto a Região Norte, que compreende a Bacia Amazônica, apresenta 69% de água disponível, contando com apenas 8% da população brasileira. Já o Nordeste, com apenas 3% da água doce superficial, concentra cerca de 56 milhões de habitantes, representando 27% da população do Brasil.

O Brasil, para fins do planejamento de recursos hídricos, foi subdividido em 12 regiões hidrográficas: a Amazônica, Tocantins- Araguaia, Atlântico NE Ocidental, Parnaíba, Atlântico NE Oriental, São Francisco, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Paraná, Paraguai, Uruguai e Atlântico Sul (Figura 4).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente a região Norte detém 70% dos recursos hídricos do país restando apenas 30% para serem distribuídos entre as outras quatro regiões

mais o Distrito Federal. Essa distribuição faz com que a região norte seja a mais abundante em recursos hídricos.

**Figura 4- Regiões Hidrográficas do Brasil**



Fonte: ANA (2020)

### **3.1.3 NA BAHIA**

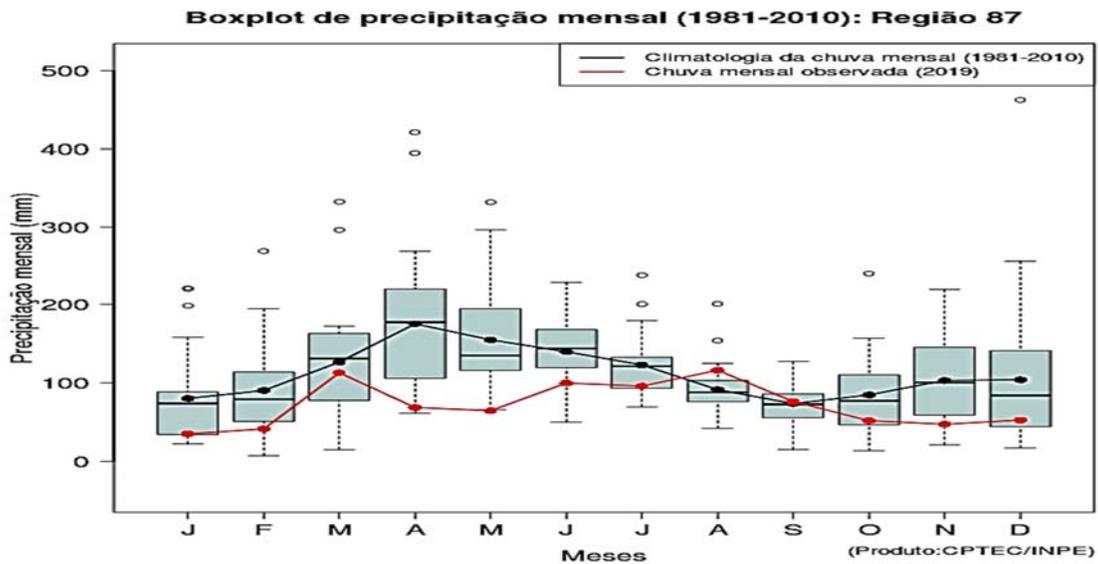
O Estado da Bahia possui uma área de 564.772.611 km<sup>2</sup> e estima-se que há 14.873.064 habitantes, segundo o último senso feito em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

Assim como ocorre no Brasil, o estado também possui uma disparidade em recursos hídricos, pois o mesmo é distribuído em volumes diferentes a depender da localidade, ou seja, há locais onde o recurso é mais disponível e há outros que não, como é o caso do sertão baiano.

Como pode ser visto na Figura 4, o estado da Bahia está inserido nas Regiões hidrográficas do Atlântico Leste e do São Francisco, havendo predominância do clima semi-árido em quase 70% do seu território.

O Gráfico 1, a seguir, descreve como se distribuiu a pluviometria média mensal nos últimos 10 anos na Região 87, onde se insere o Recôncavo Baiano e a cidade de Cruz das Almas, que abriga as instalações da Administração da UFRB e Centros de Ensino como o CCAAB e o CETEC.

Gráfico 1: Precipitação média mensal na região 87



Fonte: INPE,2020

Do Gráfico 1 (BoxPlot), tem-se que as linhas que dividem as caixas ao meio, correspondem a mediana dos dados, logo os meses que tem a caixa mais achatada possuem valores próximos a média, como pode ser observado os meses de Junho, Agosto e Setembro, já os demais meses possuem uma variabilidade dos dados com valores inferiores ou superiores a média. A curva em vermelho corresponde aos dados de 2019, sendo possível observar que a precipitação média mensal está abaixo dos valores encontrados nos anos de 1981-2010, sendo maior apenas no mês de Agosto e igual em Setembro.

### 3.2 ASPECTOS HISTÓRICOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA

Para que haja captação de água de chuva, é necessário que ocorra precipitação e sabe-se que nem sempre a chuva está disponível para todos e nem frequente em todos os meses do ano, fazendo com que sua ausência traga problemas como a seca e fome. Por esses motivos, a prática de captação de água de chuva não é recente, e há comprovações de que anos atrás a mesma já era armazenada nos períodos chuvosos, para ser usada nos períodos de seca e assim poder garantir a sobrevivência e desenvolvimento dos povos.

Na antiga fortaleza de Masada (em Israel), existem dez reservatórios escavados em rochas com capacidade de 40 mil litros. Na Mesopotâmia, há 2750 a.C., já se utilizava água de chuva (TOMAZ, 2003). No Irã foram encontrados os Abanars, que consistem de um tradicional sistema comunitário de captação de água de chuva. Na cidade de Oxkutzcab no

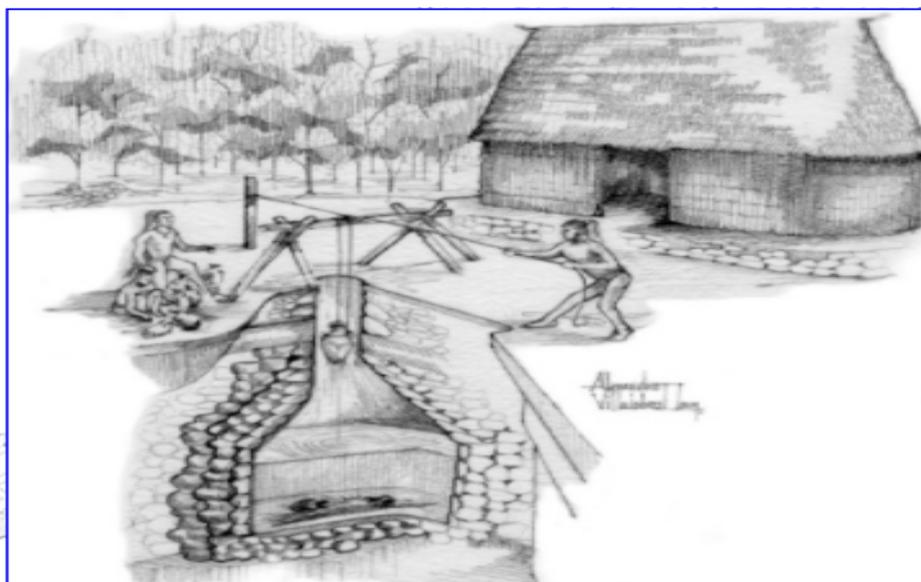
México, ainda pode ser visto o sistema de captação de água de chuva utilizado pelos Maias para a agricultura. Essas cisternas, chamadas de Chultuns (Figuras 5 e 6) possuíam capacidade para 20 até 45 m<sup>3</sup> de água (GNADLINGER, 2000).

**Figura 5- Chultuns**



Fonte: <http://www.latinamericanstudies.org/chultun.htm>

**Figura 6- Chultuns**



Fonte: <http://www.latinamericanstudies.org/chultun.htm>

Assim, é possível observar que a prática de armazenamento de água de chuva é uma prática milenar usada em muitos casos principalmente para abastecimento, para o consumo

humano e animal, para o cultivo de alimentos e para fins menos nobres, como nas descargas sanitárias. No Brasil, a instalação mais antiga de aproveitamento da água da chuva foi construído na ilha de Fernando de Noronha, em 1943, pelo exército norte-americano, (MAY, 2004). Este sistema era formado por uma Placa Coletora de Água Pluvial, em concreto, nas dimensões de 50m x 150 m, instalada no sopé do morro do Pico, possuindo dois reservatórios com capacidade de armazenamento de 1.500 m<sup>3</sup>.

Hoje em dia, devido ao intenso crescimento da população no mundo, surgem diversos problemas relacionados ao abastecimento de água, tanto para consumo humano, animal ou para agricultura, principalmente em regiões áridas e semiáridas, onde a escassez hídrica é mais frequente. O aproveitamento de águas pluviais retornou então ao cenário mundial, sendo realizados diversos estudos afim de aprimorar a técnica, como uso de novos materiais, áreas de captação, tanques para armazenamento, descarte das primeiras chuvas, uso de dados hidroclimáticos para dimensionamento dos sistemas, etc.

Na Califórnia (EUA), na Alemanha e no Japão são oferecidos financiamentos para a construção de sistemas de captação de água de chuva. Hamburgo foi o primeiro estado alemão a implantar sistemas de aproveitamento de águas pluviais, iniciando em 1988. O Estado concede cerca de US\$ 1.500,00 até US\$ 2.000,00 para quem aproveitar a água da chuva, o que contribui na contenção de enchentes. A água é utilizada na irrigação de jardins, descargas em bacias sanitárias, máquinas de lavar roupas dentre outros usos não-potáveis (TOMAZ, 2003).

Mais recentemente no Brasil, o aproveitamento de águas pluviais vem sendo praticado, em maior escala, principalmente na região Nordeste devido ao problema de escassez hídrica, agravado por frequentes secas, uma característica climática de parte dessa região. No ano de 1993 (um ano de seca no Nordeste) agricultores familiares e suas entidades organizaram no Estado da Paraíba um movimento chamado “Articulação no Semiárido – ASA/PB”, resgatando e divulgando experiências nascidas do saber popular e transformaram as mesmas em referências para propor ao poder público um modelo diferente de política, na busca pela convivência do homem com o semiárido.

Dessa iniciativa foi criado no ano de 2003 o programa do Governo Federal definido pela sigla P1MC - Programa de Formação e Mobilização para a Convivência com o Semiárido: um Milhão de Cisternas. Outras diversas iniciativas do Governo Federal, dos Estados, Prefeituras e organizações não governamentais estão multiplicando o número de reservatórios para armazenamento de água de chuva, as chamadas cisternas com capacidade

de armazenamento de água de 16m<sup>3</sup>. As Figuras 7 e 8 mostram cisternas de placas que vêm sendo executadas quase que por toda parte do semiárido do Nordeste do Brasil.

**Figura 7- Cisternas de placas e sistemas de coleta de água de chuva do telhado**



Fonte: <http://ongiac.webnode.com.br/projetos-que-atuamos/o-p1mc/>

**Figura 8- Cisternas de placas de coleta de água de chuva do telhado**



Fonte: <http://ongiac.webnode.com.br/projetos-que-atuamos/o-p1mc/>

### **3.3 PRINCÍPIOS DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA**

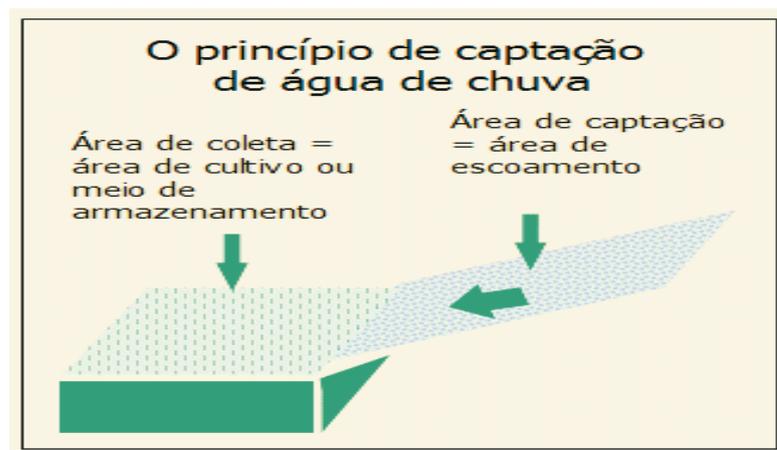
Começa-se definindo o termo captação e manejo de água de chuva: “a água de chuva faz parte do ciclo hidrológico e é um bem a ser captado de telhados, do chão e do solo,

armazenado e/ou infiltrado de forma segura, tratado conforme requerido pelo uso final, e utilizado em seu pleno potencial, substituindo ou suplementando outras fontes atualmente usadas, antes de ser finalmente descartado” (GNADLINGER, 2011).

As tecnologias de captação e manejo de água de chuva não podem ser reduzidas às suas estruturas físicas e práticas, devendo-se considerar além dos aspectos técnicos, os aspectos ambientais, e até culturais e políticos, numa visão integrada.

De maneira geral, as tecnologias de captação e manejo de água de chuva permitem: interceptar e utilizar a água de chuva no local onde ela cai no chão; que facilite a água da chuva a se infiltrar no solo; ou que captam a água de escoamento de uma área específica (telhados, pátios, chão, ruas e estradas) para depois ser armazenada em um reservatório (cisterna ou solo) para uso futuro, seja doméstico, agrícola, dessedentação de animais, tanto em áreas rurais como urbanas (Figura 9).

**Figura 9- O princípio da captação de água de chuva**

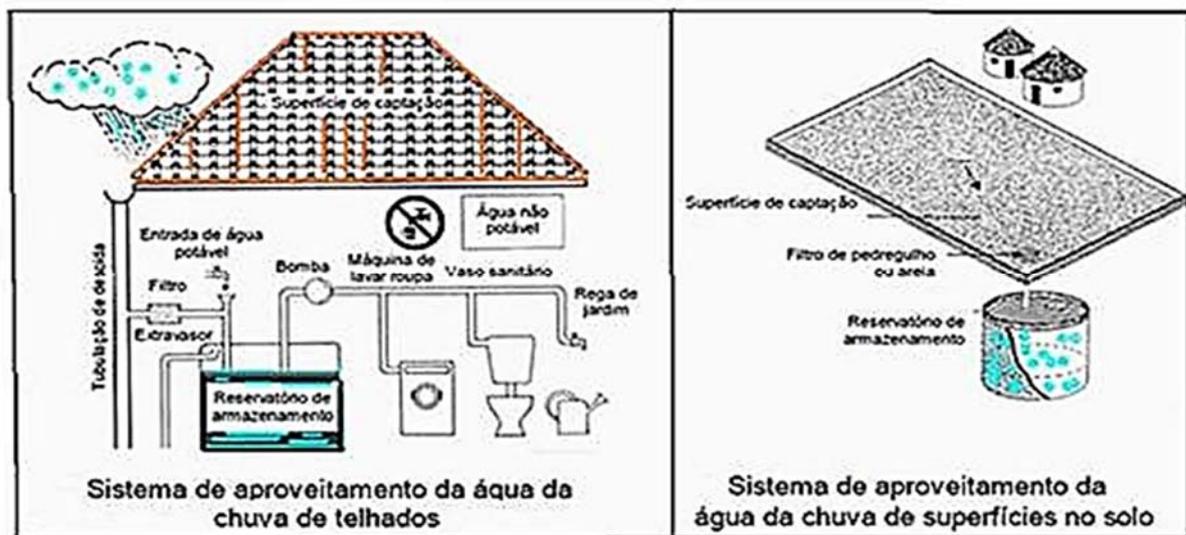


Fonte: GNADLINGER(2011)

Os sistemas de aproveitamento da água de chuva podem ser considerados como um sistema descentralizado de suprimento de água, visando reduzir o consumo de água potável (ANNECCHINI, 2005, apud ANDRADE, 2012), sendo seus principais componentes: a área de captação (telhados ou superfícies impermeáveis no solo) que recebem a precipitação pluvial e geram o escoamento superficial; telas ou filtros para remoção de materiais grosseiros, como folhas e galhos; as tubulações para a condução da água e o reservatório de armazenamento conforme apresentado na Figura 10.

Assim, um sistema de aproveitamento de água pluvial consiste basicamente na captação da água que cai sobre as coberturas, sendo conduzida até o reservatório inferior, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas e bombeada a um reservatório elevado de onde é distribuída por tubulações especiais até os pontos de consumo. (MARINOSKI, 2007).

Figura 10- Elementos de um sistema de aproveitamento de água de chuva



Fonte: Andrade(2012), adaptado de UNEP/Anecchini(2005)

### 3.4 ELEMENTOS DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

#### 3.4.1 ELEMENTOS E ACESSÓRIOS

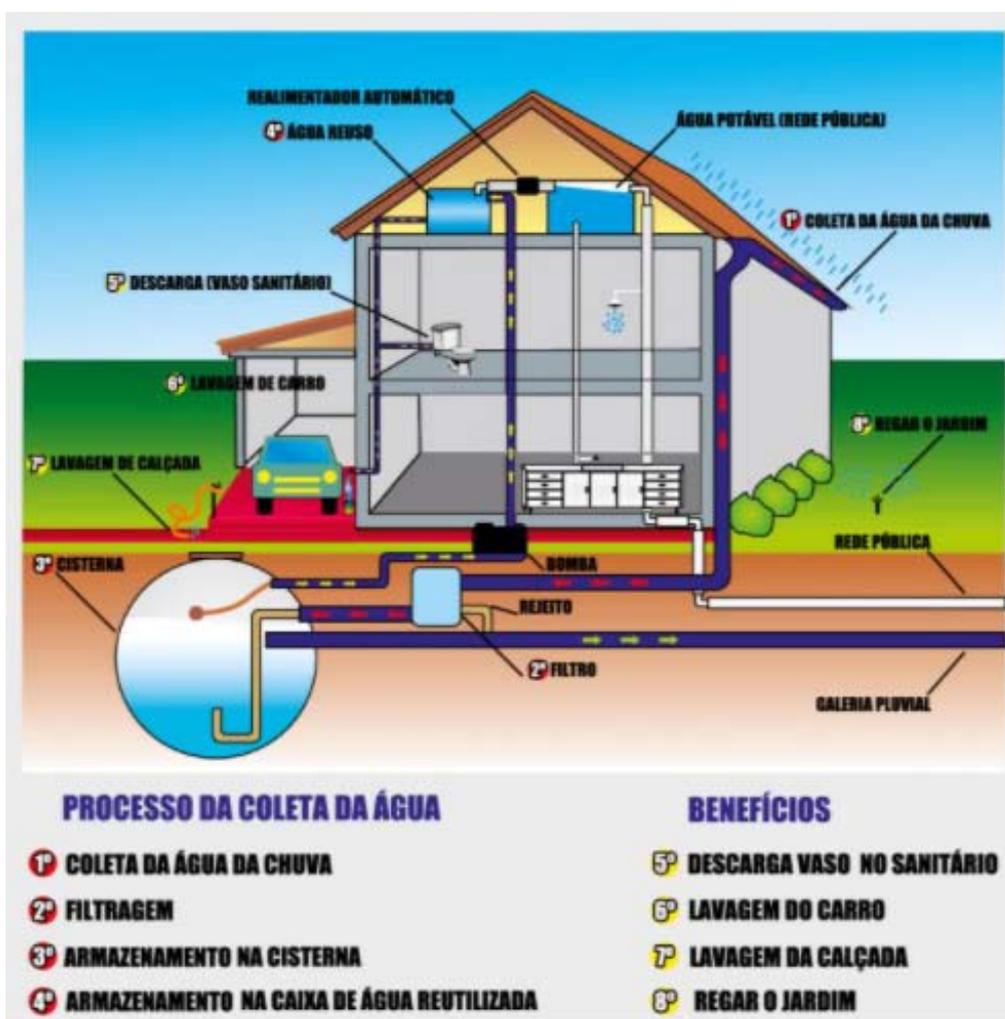
Basicamente, os elementos e acessórios principais de um sistema para aproveitamento de água de chuva são:

- Superfície de Captação (telhados, pátios e outras áreas impermeáveis): está diretamente relacionado ao potencial de água de chuva possível de ser aproveitada, visto que o material que a compõe influenciará na qualidade da água captada e nas perdas por evaporação e absorção;
- Calhas e Condutores: utilizados para coleta e condução da água de chuva, podendo ser de diversos materiais (PVC, Alumínio, Aço galvanizado), devendo os projetos e instalação observarem os critérios da NBR 10844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais;
- Filtros e peneiras: usados para detenção e remoção de detritos, podendo ser feitos de aço inox, polietileno, etc. São instalados nas calhas e tubulações horizontais, podendo reunir um ou mais condutores verticais.

- Dispositivo para descarte da água de escoamento inicial, o chamado *first flush*, para garantir que a água a ser consumida tenha melhor qualidade (há recomendações para que ele seja automático).
- Reservatório: para armazenamento da água captada, que deve ter um extravasor (dispositivo de esgotamento), cobertura, inspeção, ventilação e segurança (devem ser limpos e desinfetados no mínimo uma vez por ano (de acordo com a ABNT NBR 5626).

A Figura 11 ilustra um arranjo e posição dos principais elementos que integram um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva.

Figura 11- Elementos e dispositivos do sistema de captação e armazenamento



Fonte: <http://www.hidrobrasil.com.br/produtos>.

### 3.4.2 RESERVATÓRIOS PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

O item reservatório é, na grande maioria dos casos, o mais caro do sistema, como já demonstrado em várias pesquisas. Esse alto valor de implantação é um dos maiores empecilhos para a disseminação do sistema (AMORIM e PEREIRA, 2008, apud RUPP et. al., 2011). Os reservatórios podem ser de diferentes tipos, de acordo com a localização no terreno e podem ser dos tipos: (a) Enterrados, quando está completamente embutido no terreno, (b) Semi-enterrado ou semi-apoiado, quando há uma altura líquida com uma parte abaixo do nível do terreno, (c) Apoiado, quando a laje de fundo é apoiada no terreno, (d) Elevado, quando o reservatório é apoiado em estruturas de elevação (LINS, 2016).

Segundo Thomas (2004) apud Anecchini (2005), **o custo do reservatório pode variar de 50% a 85% do custo total de um sistema de aproveitamento de água de chuva**, podendo ser construídos de diferentes materiais e formas (Figuras 12 a 14).

**Figura 12- Reservatórios de água de chuva**



Fonte: <https://www.hometeka.com.br/aprenda/como-captar-e-armazenar-agua-da-chuva-de-forma-segura/>

**Figura 13- Reservatórios de água de chuva**



Fonte: : <https://www.hometeka.com.br/aprenda/como-captar-e-armazenar-agua-da-chuva-de-forma-segura/>

**Figura 14- Reservatórios de água de chuva**



Fonte: <https://www.ecycle.com.br/3313-sistema-de-captacao-de-agua-da-chuva.html>

Em relação as instalações de água de chuva no sistema predial deve-se seguir os requisitos propostos desde a publicação da NBR15527/07:

- Proteção contra interligação entre água potável e não potável no dimensionamento das tubulações;
- As tubulações e demais componentes devem ser claramente diferenciados das tubulações de água potável;

- O sistema de distribuição de água de chuva deve ser independente do sistema de água potável, não permitindo a conexão cruzada de acordo com a ABNT NBR 5626;
- Os pontos de consumo, como, por exemplo, uma torneira de jardim, devem ser de uso restrito, identificados com placa de advertência com a seguinte inscrição "água não potável" e identificação gráfica;
- Os reservatórios de água de distribuição de água potável e de água de chuva devem ser separados.

### 3.4.2.1 MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO

Muitos dos métodos existentes para o dimensionamento de reservatórios considera a demanda hídrica nos períodos de estiagem e a provável quantidade de água a ser captada (ANDRADE, 2012).

Amorim e Pereira (2008), apud Rupp et. al. (2011), testaram vários métodos e não chegaram a indicar qual o melhor para o dimensionamento de reservatórios de água pluvial. Dos recomendados na ABNT NBR 15527:2007, concluíram que os métodos Azevedo Neto e Prático Inglês resultam em reservatórios superdimensionados, assim como em diversas variações nos cálculos utilizando o método de Rippl; já os métodos Prático Alemão, Prático Australiano forneceram volumes de reservatório mais conservadores.

Diante da necessidade de melhor esclarecimento de alguns aspectos técnicos e alteração de outros constantes da antiga Norma Brasileira ABNT NBR 15527:2007, publicada em 24/09/2007 (ABNT, 2007), a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) promoveu a sua revisão elaborando a ABNT NBR 15527:2019 – *Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos* (ABNT, 2019). A norma ABNT NBR 15527:2019 recomenda que o volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, podendo, a critério do projetista, ser utilizados os seguintes métodos (ou outros, desde que justificados): (a) Rippl (também chamado Método do Diagrama de Massas); (b) Azevedo Neto (também chamado Método Brasileiro); (c) Prático Alemão; (d) Prático Inglês; (e) Prático Australiano; (f) Simulação.

Rosa e Andrade (2016) atestaram que o *Método da Simulação* é excelente para se calcular o volume de um reservatório para aproveitamento de água de chuva. Lins e Andrade (2016) utilizaram o *Método Prático Australiano* para dimensionar um reservatório para armazenar a água de chuva, considerando que esse método tem uma base conceitual consistente, suportado que é pela equação do balanço hídrico, bem melhor que os métodos

empíricos, observando que o reservatório não pode permanecer por um longo período ocioso, bem como não pode provocar desperdício de água pluvial em detrimento ao atendimento da demanda necessária.

Não se detalha aqui as formulações matemáticas dos métodos referidos pela NBR 15527:2019, vez que estão ali bem definidas e disponíveis para consulta no site da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Vale observar que a ABNT NBR 15527:2019 apresenta algumas modificações em relação à sua versão anterior, por exemplo determinando a necessidade de pré-tratamento da água antes da reservação e, se necessário, seu tratamento por processos físicos e/ou químicos.

Pela NBR 15527:2019, o volume de água de chuva aproveitável, depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema, podendo ser estimado pela equação geral:

$$V = P * A * C * \eta_{\text{fator de captação}} \quad (\text{Equação 1})$$

onde,

V = volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P = é a precipitação média anual, mensal ou diária;

A = é a área de coleta;

C = coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

$\eta_{\text{fator de captação}}$  = eficiência do sistema de captação (implementos colocados antes do reservatório: filtros, peneiras, para derivação do escoamento inicial, quando usados ( $\eta = 0,85$ )).

### **3.5 ASPECTOS DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA**

A água de chuva pode ser usada para múltiplos fins; além do uso doméstico (para beber e saneamento) e agrícola, podendo ainda ser aproveitada para fins comerciais, industriais, paisagísticos e ambiental. Tomaz (2003) qualificou a água da chuva em quatro diferentes etapas: (a). Antes de atingir o solo; (b) Após escorrer pelo telhado molhado; (c) Dentro do reservatório, e (d) No ponto de uso.

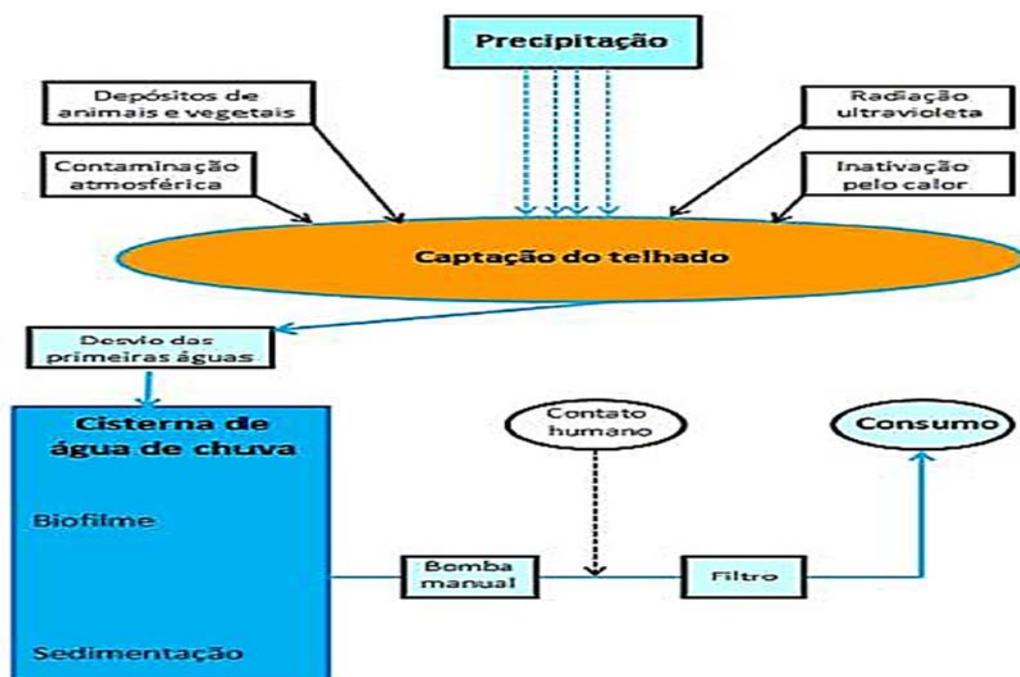
A qualidade da água da chuva pode ser influenciada por diversos fatores tais como a localização geográfica do ponto de amostragem, condições meteorológicas, presença de vegetação e presença de poluição. Em regiões oceânicas, a água da chuva pode apresentar elementos como sódio, potássio, magnésio, cloro e cálcio, devido a presença desses elementos na água do mar. Em regiões distantes da costa, a água pode apresentar partículas de solo que

contém sílica, alumínio e ferro, além de partículas de origem biológica, como nitrogênio, fósforo e enxofre, por exemplo (TOMAZ, 2003).

Nos telhados podem ocorrer diversos tipos de contaminantes que alteram negativamente a qualidade da água. São eles: fezes de passarinhos, pombos, ratos dentre outros animais, poeiras, folhas de árvores, tintas, etc. O contato da água com as fezes de animais pode acarretar em contaminação de ordem biológica, como bactérias e parasitas. Por isso faz-se necessário o descarte das primeiras chuvas, que realizam a lavagem dos telhados, também chamado de *First Flush* (TOMAZ, 2003).

Os sedimentos levados pela chuva para o interior do reservatório serão depositados no fundo, criando uma camada de lama. Os micro-organismos provenientes dos telhados e das tubulações de condução da água irão se desenvolver dentro do reservatório, pondo em risco a saúde daqueles que utilizarem a água para fins potáveis (TOMAZ, 2003). Segundo Tomaz (2003), deve haver cuidados com o reservatório, como: deverá ser limpo pelo menos uma vez ao ano; deve-se evitar a entrada de luz devido à proliferação de algas; a tampa de inspeção deverá ser hermeticamente fechada; a saída do extravasor deverá conter grade para evitar a entrada de pequenos animais. A Figura 15 ilustra o percurso da água da chuva da área de captação até o ponto de consumo final, e as possíveis razões pelo qual a água é contaminada.

Figura 15- Percurso da possível contaminação da água



Fonte: Gnadlinger(2015), adaptado de Spinks et al. (2003)

Segundo Hagemann et al. (2009), o significado de qualidade da água envolve fatores como a quantidade e o tipo de impurezas existentes nela, sendo assim, a condição da água implica em atribuição de usos adequados de acordo com parâmetros divididos em três padrões: físicos, químicos e biológicos. Nos pontos de consumo, para que a água seja consumida pelo usuário para fins potáveis, a água deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos, antes pela Portaria 518/2004 e mais recentemente pela Portaria Nº 2.914 de 12/12/2011, do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A Norma ABNT NBR 15527: 2007 já fornecia os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas, para fins não potáveis, com sua utilização, após tratamento adequado como, por exemplo: descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpezas de pátios, espelhos de água e usos industriais.

Para estes fins, os padrões de qualidade estão definidos na Tabela 1. O tipo e a necessidade de tratamento das águas pluviais dependerão da qualidade da água coletada e do seu destino final. Para isso é necessário que a água passe por um tratamento que consiste basicamente em filtração e desinfecção. A desinfecção pode ser realizada através da cloração ou raios ultravioletas.

**Tabela 1: Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis**

<b>Parâmetro</b>	<b>Análise</b>	<b>Valor</b>
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre <sup>a</sup>	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT <sup>b</sup> , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH <sup>c</sup>
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
NOTA Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
<sup>a</sup> No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.		
<sup>b</sup> uT é a unidade de turbidez.		
<sup>c</sup> uH é a unidade Hazen.		

Fonte: ABNT NBR 15527: 2007

Como um dos principais desafios a serem superados com tecnologias para aproveitamento de água de chuva é a preocupação com a qualidade da água destinada ao

consumo, há necessidade de que os órgãos federais, estaduais e municipais, que atuam neste segmento, enquadrem a água de chuva armazenada em suas políticas de tratamento, vale referir:

[...] Anexo XX, Art. 12 - compete às Secretarias de Saúde dos Municípios executar as diretrizes de vigilância da qualidade da água para consumo humano definidas no âmbito nacional e estadual; VIII - executar as diretrizes de vigilância da qualidade da água para consumo humano definidas no âmbito nacional e estadual; (Origem: PRT MS/GM 2914/2011, Art. 12, VIII). (Ministério da Saúde, 2017, pg. 211/473).

### **3.6 ASPECTOS LEGAIS**

Como exemplo internacional, pode-se citar a Norma Alemã-Diretriz Européia 98/83/EG, de janeiro de 2003, que define que não há restrição para o uso da água de chuva em residências, bacias sanitárias, irrigação de jardim, lavagem de roupas ou limpeza em geral.

No Brasil, existem leis que incentivam o aproveitamento de águas pluviais, como a Lei Federal Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Outras, podem obrigar a implantação do sistema em determinadas condições de tamanho de áreas, ou nos casos de estabelecimentos comerciais como postos de combustíveis com lava-rápidos. Porém, toda essa legislação (leis, projetos de leis, leis complementares, decretos, portarias etc.) ainda tratam o tema de maneira muito superficial, sem critérios técnicos detalhados.

O Código de Águas, Decreto Federal no. 24.643/1934, no seu Artigo 103, define: as águas pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em contrário. A Lei No 9433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, não modificou as regras do Código de Águas. A NBR 5626/1998 - Instalação predial de água fria, no seu item 5.2.13, define: A instalação de água não potável, deve ser independente e ser usada nas bacias sanitárias.

No caso da NBR 15527:2019, está claramente definido que seu atendimento é de caráter voluntário e não inclui requisito contratual, legal ou estatutário. Ela não substitui nenhuma Lei, Decreto ou Regulamento. Mas, caso esta Norma seja citada em alguma legislação ou Regulamento Técnico, os órgãos responsáveis poderão determinar prazos para o atendimento das exigências e requisitos e fiscalizar o seu cumprimento.

Vale observar que em alguns municípios brasileiros, leis municipais incentivam a prática do aproveitamento de água de chuva. Dentre elas pode-se destacar:

- Lei Municipal N ° 13.276/2002 - São Paulo/SP

Essa Lei torna obrigatória a execução do reservatório para armazenar águas de chuva coletadas por cobertura e pavimentos localizados em lotes ou edificações que tenham área impermeabilizada superior a 500m<sup>2</sup>.

- Lei Municipal N ° 10.785/2003- Curitiba/PR

Objetiva instituir medidas visando induzir à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para a captação de águas nas novas edificações.

- Lei Municipal N ° 6.345/2003- Maringá/PR

Possui como objetivos diminuir a demanda de água potável no município e aumentar a capacidade de atendimento à população.

- Lei Municipal N ° 2.349/2004- Pato Branco/PR

Essa lei cria o Programa de Conservação e Uso Racional da Água e objetiva instituir medidas que induzam à conservação, ao uso racional e à utilização de fontes alternativas para a captação de água nas novas edificações.

- Lei Estadual N ° 4.393/2004- Rio de Janeiro

Lei que obriga empresas projetistas e de construção civil que realizam projetos para o estado do Rio de Janeiro a fazerem previsão de coletores, caixas de armazenamento e distribuidores de água para as edificações que abriguem mais de 50 famílias e empresas comerciais com mais de 50 m<sup>2</sup> de área construída.

- Lei Estadual N ° 5.722/2006- Santa Catarina

Obriga edifícios com um número igual ou superior a 3 pavimentos e área superior a 600m<sup>2</sup> a instalarem um sistema de captação, tratamento e aproveitamento de água de chuva.

- Lei Municipal N° 7863/2010, de 25 de maio de 2010, sancionada pelo Prefeito Municipal de Salvador (capital do estado da Bahia), que estabelece a obrigatoriedade da implantação de mecanismo de captação e armazenamento das águas pluviais nas coberturas das edificações, e a captação, reciclagem e armazenamento das águas

servidas para posterior utilização em atividades que não exijam o uso de água tratada nos empreendimentos pluri-domiciliares e comerciais no município do Salvador e dá outras providências. Essa mesma Lei No. 7863/2010, entre outras definições, ainda preconiza:

Art. 1º - Para o licenciamento de construções no Município, fica obrigatório que no projeto de instalações hidráulicas seja prevista a implantação de mecanismo de captação de águas pluviais nas coberturas das edificações, as quais deverão ser armazenadas para posterior utilização em atividades que não exijam o uso de água tratada.

§ 1º A liberação do habite-se ficará condicionada ao atendimento do exposto no caput deste artigo.

§ 2º As águas pluviais captadas nas coberturas das edificações deverão ser encaminhadas a uma cisterna ou tanque para utilização em atividades que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da rede pública de abastecimento, tais como: a) irrigação de jardim e hortas; b) lavagem de roupas; c) lavagem de veículos; d) lavagem de vidros, calçadas e pisos.

De um modo geral, as leis citadas obrigam a criar mecanismos de captação dessas águas, mas não especificam o “como”.

### **3.7 VANTAGENS/DESVANTAGENS DO APROVEITAMENTO**

Existem vários aspectos positivos no aproveitamento de água pluvial, pois isso possibilita reduzir o consumo de água potável, diminuindo os custos de água fornecida pelas companhias de abastecimento. Algumas vantagens do aproveitamento de água de chuva e algumas desvantagens podem ser referidas (SIMIONI, 2004, apud CARVALHO, 2010), como:

#### **Vantagens:**

- Baixo impacto ambiental;
- Utilização de estruturas existentes na edificação (telhados, lajes e rampas);
- Água com qualidade aceitável para vários fins com pouco ou nenhum tratamento;
- Complementa o sistema convencional;
- Reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público;
- Conveniência (o suprimento ocorre no ponto de consumo);
- Fácil manutenção;
- Baixos custos de operação e manutenção;

### **Desvantagens:**

- Suprimento é limitado (depende da quantidade de precipitação e da área de telhado);
- Não atrativo a políticas públicas;
- Custo inicial médio alto;
- Qualidade da água vulnerável;

## **3.8 FUNDAMENTOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE PROJETOS**

Segundo Montanhini (2008), a Análise Econômica de Projetos consiste em aplicar critérios que permitam identificar a escolha da alternativa mais interessante, assim como, definir se é ou não justificável investir recursos financeiros na implementação de determinados projetos. Tal análise tem sido definida de várias maneiras durante as últimas décadas, sendo, em síntese, entendida como uma operação intelectual que permite medir o valor do Projeto com base na comparação dos benefícios gerados em relação ao capital investido e custos decorrentes no horizonte de planejamento ou vida útil do projeto.

A avaliação do investimento pode ser classificada, basicamente, segundo a fonte de financiamento do capital aplicado, a natureza ou objetivos do projeto, ou seja: (a) Avaliação Econômica; (b) Avaliação Socioambiental. Essas categorias de avaliação de projetos têm campo de ação definido e utilizam técnicas e indicadores de medição similar. A avaliação socioambiental é a única que consiste no manuseio de valores monetários e/ou valores sócio ambientais. Os métodos de Análise Econômica são processos quantitativos capazes de determinar as alternativas factíveis ou ótimas para a aplicação de capital e ordená-las hierarquicamente de acordo com sua desejabilidade econômica (MONTANHINI, 2008).

Quando um ou mais projetos alternativos de investimento são analisados é preciso levar em consideração os fatores básicos, a saber: o valor monetário dos fluxos de caixa (desembolsos e recebimentos) associados a cada projeto de investimento; as datas que os fluxos de caixa ocorrerão; o retorno mínimo esperado por quem pretende investir. Esta medida é denominada, Taxa de Mínima Atratividade e representa o retorno que o investidor pode obter aplicando seus recursos em projetos diferentes aos que estão sendo analisados.

Os Métodos mais utilizados na análise de investimentos e respectivos indicadores são:

- Método do Valor Presente Líquido
- Método da Relação Benefício-Custo
- Método do Valor Anual Líquido
- Método do Custo Anual Uniforme

- Método da Taxa Interna de Retorno
- Método do Prazo de Retorno (pay-back)

Todos esses métodos de avaliação de investimento se caracterizam pelo tipo de indicador financeiro utilizado e têm peculiaridades, vantagens e desvantagens inerentes a cada caso em particular. Para a análise de viabilidade da implantação do sistema definido no presente estudo, serão analisados os métodos: VPL, Relação B/C, TIR e PayBack.

### 3.8.1 MÉTODO DO VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)

Montevechi e Pamplona (2006) resumem o VPL, como o transporte para a data zero de um diagrama de fluxos de caixa, de todos os recebimentos e desembolsos esperados, descontados à taxa de juros considerada. Os autores ainda trazem que se o valor presente for positivo, a proposta de investimento é atrativa, e quanto maior o valor positivo, mais atrativa é a proposta.

Portanto, para análise de investimento, considera-se que:

- VPL > 0 gera retorno;
- VPL < 0 não tem retorno.

O cálculo do VPL pode ser feito através da Equação 2:

$$VPL = -Investimento\ inicial + \sum \frac{F_{cj}}{(1+i)^j} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

$F_{cj}$  = Fluxo de caixa;

$i$  = Taxa(juros);

$j$  = período de cada fluxo de caixa.

O esquema pode ser observado na Figura 16.

Figura 16: Fluxo de Caixa em diagrama



Fonte : Montevechi e Pamplona (2006)

### 3.8.2 RELAÇÃO B/C

A Relação Benefício-Custo trata de uma verificação para a comprovação do VPL. Se o Valor Presente Líquido é um valor maior que zero (o projeto é aceito), e conseqüentemente a Relação Benefício-Custo também deverá ratificar isso, visto que os Benefícios superam os Custos. (Montanhini, 2008), descreve que:

- $B/C < 1$  inviável (benefícios menores que os custos);
- $B/C = 1$  indiferente (benefícios iguais aos custos);
- $B/C > 1$  viável (benefícios maiores que os custos).

Assim, o projeto deve considerado atrativo (viável) se  $B/C > 1$ .

### 3.8.3 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Segundo Montevechi e Pamplona (2006), a taxa interna de retorno de um projeto é a taxa de juros para a qual o valor presente das receitas torna-se igual aos desembolsos. Portanto, a TIR, é a taxa para qual o VPL seja zero. Os autores ainda sugerem algumas observações:

- A TIR deve ser comparada com a TMA para a conclusão a respeito da aceitação ou não do projeto;
- Uma TIR maior que a TMA indica projeto atrativo;
- Se a TIR é menor que a TMA, o projeto analisado passa a não ser mais interessante.

Da Equação 2, tem-se que  $VPL=0$ , logo a TIR pode ser calculada assim:

$$VPL = -Investimento\ inicial + \sum \frac{F_{cj}}{(1+i)^j}$$

$$0 = -Investimento\ inicial + \sum \frac{F_{cj}}{(1+i)^j}$$

$F_{cj}$  = Fluxo de caixa;

$i$  = TIR;

$j$  = período de cada fluxo de caixa.

Para avaliação de mais propostas de investimento, os autores ressaltam que:

- Sempre que esta taxa for superior à TMA, o acréscimo é vantajoso, isto faz com que a proposta escolhida não seja necessariamente a de maior taxa de retorno.
- Para proceder a análise incremental deve-se certificar de que as propostas tenham TIR maior que a TMA.

### **3.8.4 PAYBACK**

Trata-se de um indicador utilizado para calcular o período de retorno de um investimento podendo ser simples ou descontado. O presente trabalho verificará o payback simples. Calculado de uma maneira geral por:

$$PB = \frac{\textit{Investimento}}{\textit{Resultado do fluxo de caixa com ganho do investimento}}$$

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

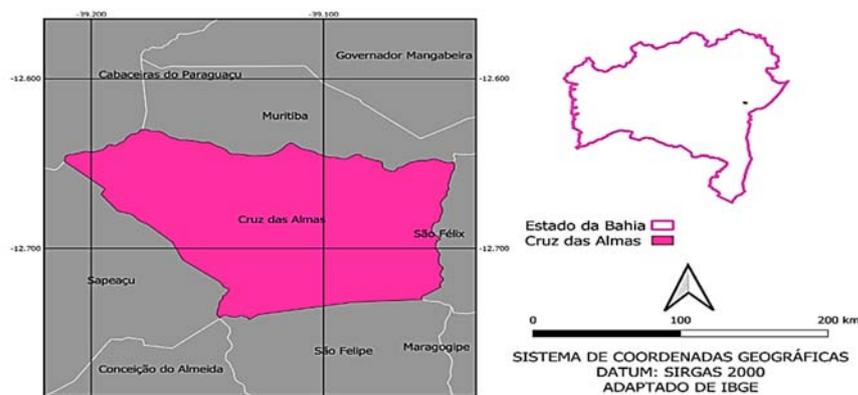
A presente pesquisa é do tipo aplicada, pois tem como objetivo investigar, comprovar ou rejeitar hipóteses sugeridas pelos modelos teóricos (RODRIGUES, 2007), voltados para o estudo de uma realidade problema. Tem também um caráter exploratório, em razão de proporcionar maior familiaridade com a questão do uso de água de chuva para fins menos nobres.

Para isso, realizou-se ampla revisão bibliográfica, foram levantados dados arquitetônicos e do projeto de engenharia referentes ao Pavilhão de Aulas 3 da UFRB, coletados dados cartográficos, fisiográficos, hidroclimáticos e sócio-econômicos aplicáveis ao estudo. Todos os dados foram tratados e posteriormente analisadas as alternativas de armazenamento e aproveitamento da água de chuva. Os custos de implantação do sistema foram estimados, realizando-se a análise econômica do investimento mediante aplicação dos Métodos: VPL, Relação B/C, TIR e o PayBack, todos muito utilizados na prática, pelos quais se busca, entre outros princípios, definir uma alternativa que demonstre um adequado retorno financeiro e que seja economicamente atrativa.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO E OBJETO DE ESTUDO

Cruz das Almas é um município localizado no recôncavo baiano e, de acordo com os dados do IBGE, a cidade conta com uma população estimada de 63.239 habitantes distribuídos numa área de 139,177 km<sup>2</sup> tendo como densidade demográfica 1,6 km<sup>2</sup>/habitantes. Segundo dados da UFRB (2020), Cruz das Almas encontra-se a 12°40'0" de Latitude Sul e 39°06'0" de Longitude Oeste de Greenwich (Figura 17). A altitude é de 200m acima do nível do mar, clima Aw a Am, tropical quente e úmido, segundo a classificação de Köppen.

Figura 17- Mapa de localização Cruz das Almas-Ba



Fonte: Autora (2020)

#### 4.1.1 OBJETO DE ESTUDO

Com base nas informações fornecidas pela CIMAM-UFRB(2020), o Pavilhão de Aulas 3 (PA3) está em fase de acabamento e possui 04 salas para 158 alunos, 08 salas para 63 alunos, 09 salas para 40 alunos, 02 laboratórios de informática para 24 alunos, 01 sala para 30 alunos, 01 sala para 25 alunos, administração, cantina, sanitários, xerox, DML (Depósito de Material de Limpeza) e copa. Assim, a população atendida será de aproximadamente 1.620 pessoas. As Figuras 18 a 20 apresentam, respectivamente: a fachada frontal, vista lateral, planta de cobertura e fachada posterior, planta baixa do pavimento térreo da edificação em estudo.

**Figura 18- Pavilhão de Aulas 3 (Vista Frontal)**



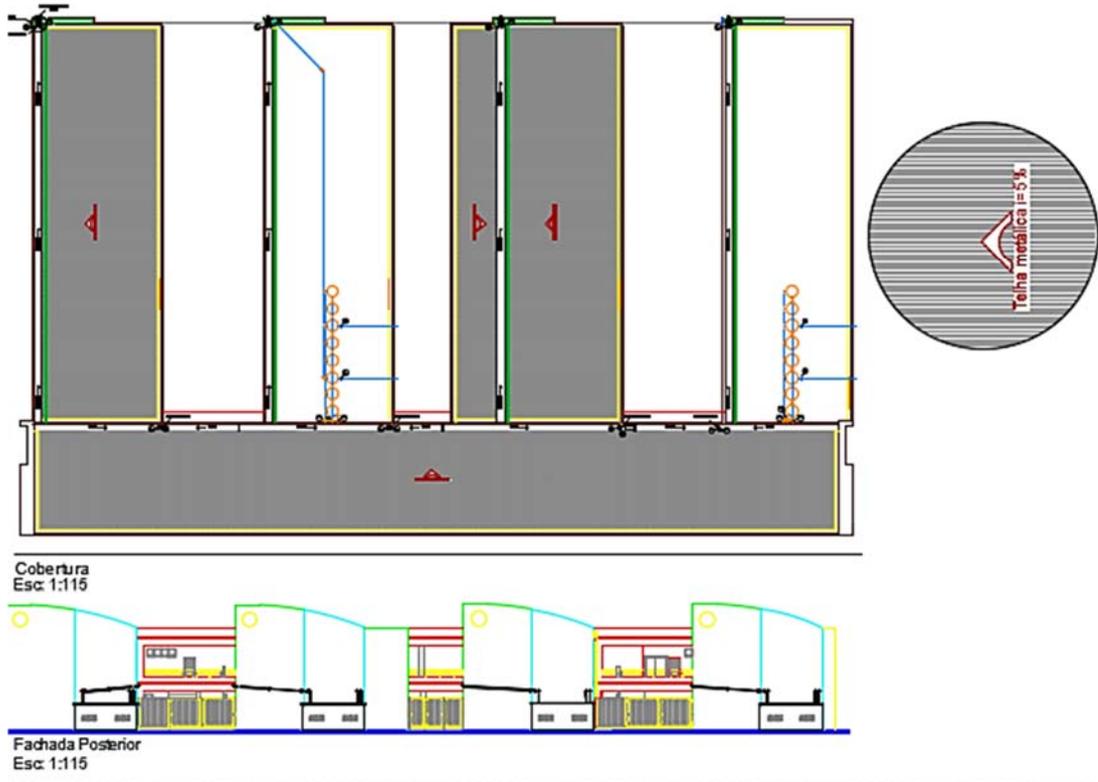
Fonte: Autora (2020)

**Figura 19: Pavilhão de Aulas 3 (Vista Lateral)**



Fonte: Autora(2020).

Figura 20- Planta de cobertura e fachada posterior do Pavilhão de Aulas 3



Fonte: Adaptado, CIMAM(2020).

Figura 21- Planta baixa do térreo



Fonte: Adaptado, CIMAM(2020).

#### 4.1.2 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

A precipitação é um fator preponderante para que o ciclo hidrológico ocorra e para que haja volumes significativos de água na região. Os dados de precipitação usados no estudo foram obtidos no Banco de Dados Pluviométricos do INMET, referidos à estação

climatológica Cruz das Almas, código A406 (Código OMM 76657), do INMET, localizada na EMBRAPA, em Cruz das Almas.

Como recomenda a norma ABNT NBR 15527:2019, para concepção de sistemas de aproveitamento de água de chuva é necessário o estudo das séries históricas das precipitações da região estudada. Os dados pluviométricos utilizados no estudo correspondem aos valores médios mensais, com base em observações diárias, para o período 01 de janeiro de 1995 a 31 de dezembro de 2019, para o qual não se tem falhas. A Tabela 2 apresenta valores das precipitações médias mensais considerados no estudo.

A série histórica de 24 anos (período Jan.1995 – Dez. 2019) permite uma análise mais detalhada do comportamento da precipitação média mensal na região (Tabela 2).

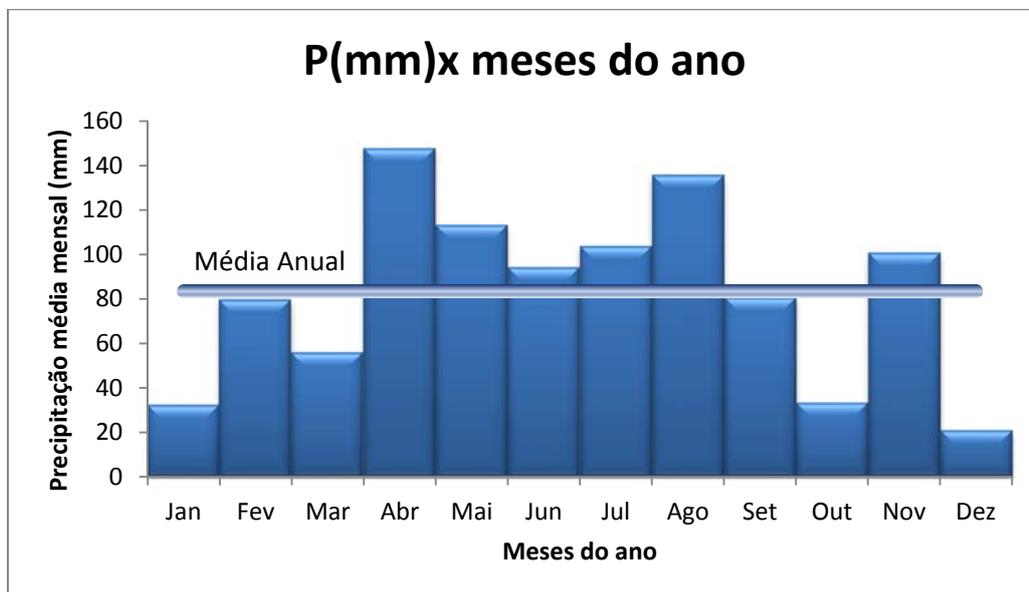
**Tabela 2: Médias Mensais e totais anuais de precipitação em Cruz das Almas – BA (mm)**

Anos	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1995	0	9.4	73	148.5	87.9	113.5	130.4	58.1	102.3	3.9	249	98.3
1996	58.7	59	24.5	349.5	79.9	191.3	120.2	101.8	156.8	32.9	173.6	28.7
1997	18.4	128.7	358.1	71.2	221.3	30	124.7	64.7	9.4	95.9	38.5	49.8
1998	53.2	12.9	87.1	151	63.8	193.2	112.9	134.7	72.3	57.8	74.8	74.7
1999	63.7	104.3	18.1	151	107.9	111.7	195.7	160.3	56.4	99.9	103.1	182.3
2000	77.2	64.8	75	181.6	159.9	160.7	123.8	84.7	93.9	22.9	121.9	131.9
2001	72.1	14.7	163.2	53.8	136.5	202.5	170.3	141.8	140.3	95.9	3.9	65.4
2002	241.3	88.1	84.4	57.6	124.4	167.4	133.7	117.4	94.8	13	14.4	34.5
2003	57.5	18.4	85	59.6	135.6	163.2	178.9	113.2	138.3	31.2	108.7	22.3
2004	349.8	244.6	31.7	112.2	118.9	131.9	59.8	54.3	11.2	89.3	110.3	0
2005	75.4	148.6	87.3	124.8	92	227.6	132	123.4	57.5	14.2	147.4	51.3
2006	63	0.5	41.4	167.6	105.5	205.3	70.8	77.9	125.5	90.5	89.1	19.2
2007	8.1	146.9	136.6	59.6	96.8	168.7	68.5	134.4	95.8	39.5	14.9	19.7
2008	8.4	156.4	127.6	72.8	59.1	171.6	116.4	55.9	72.6	57.4	50.1	86.4
2009	29.8	44.5	8.1	101.8	280.1	94.1	107.3	66.5	50.3	80.2	9.9	13.8
2010	26.9	34.8	111.9	246.7	57.7	94.7	264.5	81.2	72	34.7	4.9	107.1
2011	74.7	52.3	82.5	297.7	135	159	64.3	92.7	90	121.8	70.3	41.8
2012	33.4	53.4	15.9	53.6	73.8	115.1	99.3	135.3	48.4	32.5	51	11
2013	86.5	76.3	19	142	130.5	181.3	137.3	121.5	71.2	90.4	89.6	72.7
2014	32.3	131	82.2	76.2	174.1	83.3	219.6	78.2	88.6	28.2	33.1	58.1
2015	47.1	88.7	29	115.2	266.5	222.3	143.2	106.5	27.3	14.8	3	9.6
2016	179.2	50	45.9	66.6	157.2	83.4	76	66.2	68.4	60	34.6	50
2017	14.5	40.4	44.6	152.6	172.6	135.8	150.7	49.6	157.9	32.5	68.5	129.4
2018	56.3	74.7	118.2	170.5	184.2	168.8	51.5	59.1	48.5	20.8	103.8	133.3
2019	35	69.5	167.1	78.4	87.3	133.5	158.3	136	94.4	28	64.3	24
Média mensal	32,67	80,0	56,2	148,0	113,5	94,5	104,0	136,0	81,0	33,6	101,0	21,2
Média Anual	83,4											

Fonte: INMET / BDMET(2020).

Durante o período em questão, alguns meses tiveram valores de precipitação abaixo da média anual, como pode ser visto na Figura 22.

**Figura 22- Hietograma de precipitação em Cruz das Almas-Ba**



Fonte: Autora (2020)

As maiores incidências de chuva ocorrem nos períodos de Abril a Agosto, e as menores em Outubro, Dezembro e Janeiro. A média anual da precipitação é de 80,81mm, sendo que 6 meses ficam abaixo dessa média, ou seja, metade do ano. Uma alternativa para suprir possíveis demandas nesse período de baixas precipitações seria a captação de água de chuva.

#### **4.1.3 CÁLCULO DAS DEMANDAS**

Com base nos dados fornecidos pela CIMAM-UFRB(2020), o PA3 está dimensionado para receber em média 1.620 pessoas, porém esse número na prática cai bruscamente, devido a vários fatores como a evasão de alunos nos cursos, as vagas para os cursos não são totalmente preenchidas e aos horários diferentes das disciplinas, logo ele não funcionará com 100% de sua capacidade, visto que nem todas as pessoas estarão no local ao mesmo tempo.

Para a determinação da demanda do consumo de água não potável, fez-se necessárias informações como: o tipo de descarga e de quantas vezes essas serão acionadas, porém, devido a paralisação das aulas por conta da pandemia do COVID 19, não se pôde fazer pesquisa com os usuários de outros pavilhões de aulas da UFRB para saber quantas vezes por dia eles utilizam as descargas e assim, por comparação, se obter valores mais significativos

sobre a frequência de uso desses dispositivos sanitários. Considerou-se então para o PA3 que as descargas possuem acionamento Duo de 3L e de 6L e que seriam acionadas 2 vezes por dia, sendo que um vez seria para limpeza parcial (3L) e outra para limpeza total (6L).

Não se separou por sexo a quantidade de pessoas que utilizariam o sistema, pelo fato de que o PA3 está em fase de acabamento, portanto não está em funcionamento e consequentemente, não se tem dados de sexo populacional. Em relação ao funcionamento do sistema mensalmente, foi considerado o fluxo dos outros prédios, como o maior fluxo nos outros pavilhões ocorre de segunda à sexta-feira, não considerado os sábados visto que a parcela de pessoas que frequentam os outros pavilhões é pequena em relação ao fluxo semanal. Assim, para o PA3 foi considerada o período de 5 dias semanais.

De posse dessas informações o cálculo de demanda diária, semanal e mensal (considerando 23 dias, excluindo sábados domingos e feriados, onde praticamente não se tem demanda), para a demanda do jardim segundo Tomaz (2000), para gramados ou jardins pode-se utilizar uma taxa de 2 L/m<sup>2</sup>.dia, com uma frequência de irrigação de oito (8) vezes por mês, tem-se então que com uma área de para jardim de 157,07 m<sup>2</sup> logo, a demanda para o jardim é de  $D_j = 157,07 * 2 * 8 = 2513,15$  L ou 2,51 m<sup>3</sup>. A demanda total é demonstrada na Tabela 3.

**Tabela 3: Cálculo de demandas**

Demanda						
Pop	Descar/dia.pessoa	L/descar	Demanda diária(L)	Demanda semanal(L)	Demanda mensal(L)	Demanda mensal (m3)
500	1	6	3000	15000	69000	69,0
500	1	3	1500	7500	34500	34,5
Total nas Bacias						103,5
Total de demanda (Bacias + Jardim)						106,01

Fonte: Autora(2020)

#### 4.1.4 VOLUME MENSAL DE ÁGUA CAPTADO

O volume de água de chuva aproveitável (ou possível de captação), segundo a NBR 15527/2019, pode ser estimado através da equação 3 (Método Australiano):

$$Q = \frac{AxCx(P-I)}{1000} \quad \text{Equação 3}$$

Onde,

$Q$ = Volume mensal produzido ( $m^3$ )

$A$ = Área coletada ( $m^2$ )

$C$ = Coeficiente de escoamento depende do material, como a telha é metálica será utilizado 0,85

$P$ = Precipitação média mensal (mm)

$I$ = Interceptação (descarte) da água (adotado 2 mm)

Os valores dos volumes mensais calculados para períodos de 1995- 2019 estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4: Volume médio mensal aproveitável**

Volume médio mensal						
Mês	P (mm)	Área de captação ( $m^2$ )	I (mm)	C (telha metálica)	P-I	Q( $m^3$ )
Jan	32,67	2480,58	2	0,85	30,67	64,67
Fev	80,00	2480,58	2	0,85	78,00	164,46
Mar	56,20	2480,58	2	0,85	54,20	114,28
Abr	148,00	2480,58	2	0,85	146,00	307,84
Mai	113,50	2480,58	2	0,85	111,50	235,10
Jun	94,50	2480,58	2	0,85	92,50	195,04
Jul	104,00	2480,58	2	0,85	102,00	215,07
Ago	136,00	2480,58	2	0,85	134,00	282,54
Set	81,00	2480,58	2	0,85	79,00	166,57
Out	33,67	2480,58	2	0,85	31,67	66,78
Nov	101,00	2480,58	2	0,85	99,00	208,74
Dez	21,25	2480,58	2	0,85	19,25	40,59

Fonte: Autora(2020)

Visto que a demanda da edificação é de 106,01  $m^3$ , nota-se que nos meses de Janeiro, Outubro e Dezembro, a demanda é superior ao volume que será captado sendo necessário assim que se requisite água do sistema público de água potável que atende a UFRB, visando suprir a falta de água nos meses aqui referidos. Porém, nos outros meses, o volume captado supera a demanda, principalmente em abril, onde o volume captável triplica. Então, o que se fazer com a água excedente? O MÉTODO AUSTRALIANO trata dessa questão, vez que está baseado no balanço hídrico, considerando que para que o mês posterior já inicie o reservatório com o volume remanescente do mês anterior.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De posse dos dados de precipitação média mensal, área coletada, coeficiente de escoamento, e demandas, é possível determinar o volume do reservatório que será utilizado para acumular a água de chuva. O cálculo do volume do reservatório pelo Método Australiano foi feito através da planilha de Excel, demonstrado na Tabela 5. A fórmula do cálculo do volume do reservatório utilizada segundo a NBR 15527/ 2019 é descrita a seguir:

$$V_t = V_{t-1} + Q_t - D_t \quad \text{Equação 4}$$

Onde,

$V_t$ = Volume que está no tanque no final do mês ( $m^3$ );

$V_{t-1}$ = Volume no início ( $m^3$ );

$Q_t$ = Volume mensal ( $m^3$ );

$D_t$ = Demanda ( $m^3$ )

**Tabela 5: Cálculo do volume do reservatório**

V=80 m3				
Cálculo do volume do reservatório				
Mês	Q(m3)	D(m3)	Vt-1	Vt
Jan	64,67	54,26	0	10,41
Fev	164,46	106,01	10,41	68,86
Mar	114,28	80,14	68,86	103,00
Abr	307,84	80,14	80,00	307,70
Mai	235,10	80,14	80,00	234,96
Jun	195,04	77,63	80,00	197,42
Jul	215,07	103,50	80,00	191,57
Ago	282,54	77,63	80,00	284,92
Set	166,57	77,63	80,00	168,95
Out	66,78	80,14	80,00	66,64
Nov	208,74	80,14	80,00	208,60
Dez	40,59	80,14	80,00	40,45

Fonte: Autora (2020)

Como referido anteriormente, a demanda será inicialmente dimensionada para atender uma demanda equivalente a 1.000 descargas diárias. Porém no mês de Janeiro, a demanda cai devido ao período de férias e a evasão dos estudantes no segundo mês de aula. Dessa forma,

estipulou-se para Janeiro que a demanda cairia 50% e em Março (geralmente quando ocorre a evasão) em 25%.

No meio do ano ocorre uma queda da demanda também, devido ao término do semestre letivo, porém como são poucos dias de recesso, admitiu-se nesse período a mesma demanda se houvesse aulas. De Junho a Setembro não foi considerada a demanda para regar jardim, posto que a precipitação observada, em média nesse período, poderá suprir a necessidade hídrica relacionada à rega do jardim. Dessa forma, a demanda hídrica considerada no estudo foi adotada para ser variável.

Visto que o Método Australiano é um método de tentativas para análise de volume do reservatório mais adequado para cada situação, analisou-se diferentes capacidades de acumulação para o mesmo, pois sabe-se que ele é insumo mais caro, gerando impacto no orçamento e podendo inviabilizar o projeto. Sendo assim, faz-se necessário que sua escolha seja prudente.

Através do Método Australiano verificou-se que um reservatório de 80m<sup>3</sup> atente perfeitamente, como pôde ser visto na Tabela 5. Esse volume será distribuído entre 5 reservatórios, 2 reservatórios de 10m<sup>3</sup> (Superior) e 3 de 20m<sup>3</sup> (Inferior).

O grau de confiança proposto pela NBR 15527/2019 deve estar entre 90% e 99%. O cálculo foi feito utilizando a formulação abaixo:

$$Pr = 1 - \left(\frac{Nr}{N}\right) \quad \text{Equação 5}$$

Onde,

$\frac{Nr}{N}$  é a relação número de meses que a demanda não foi atendida sobre o total de meses.

Pelos cálculos efetivados a o grau de confiança  $Pr$  é de 100%.

## 5.1 ESTIMATIVA DE CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

Para análise de investimento considerou-se apenas os reservatórios, as calhas, os condutores verticais e horizontais, bombas e filtros. A Tabela 7 apresenta o orçamento básico estimado para sistema de aproveitamento de água de chuva do PA3.

**Tabela 6: Orçamento básico do sistema**

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANTIDADE	PREÇO UNIT(R\$)	PREÇO TOTAL(R\$)
1	00736/SINAPI	BOMBA CENTRIFUGA MOTOR ELETRICO TRIFASICO 2,96HP, DIAMETRO DE SUCCAO X ELEVACAO 1 1/2" X 1 1/4", DIAMETRO DO ROTOR 148MM, HM/Q: 34 M / 14,80 M3/H A 40 M / 8,60 M3/H	HP	2	1.639,22	3.278,44
2	COMPOSIÇÃO PRÓPRIA	CAIXA D'ÁGUA 10.000L	L	2	4.277,00	8.554,00
3	COMPOSIÇÃO PRÓPRIA	CAIXA D'ÁGUA 20.000L	L	3	10.111,00	30.333,00
4	09467/ORSE	CALHA CIRCULAR P/ ÁGUAS PLUVIAIS EM PVC Ø 125MM, BRANCA, LINHA AQUAPLUV OU SIMILAR	M	198,20	30,48	6.041,136
5	05821/ORSE	TUBO DE PVC DEFOFO JUNTA ELÁSTICA INTEGRADA, 1MPA, DN 100MM	M	28,00	38,39	1.074,92
6	COMPOSIÇÃO PRÓPRIA	FILTRO PARA ÁGUAS PLUVIAIS	Un	2	806,18	1.612,36
<b>TOTAL (R\$)</b>						<b>50.893,86</b>

Fonte: Autora(2020)

Os cálculos referentes aos custos de energia, em instalações de bombeamento, dependem da vazão bombeada, da altura manométrica total, do rendimento do sistema moto-bomba, do tipo de energia utilizada (elétrica ou diesel), do tempo de funcionamento do conjunto moto-bomba, das tarifas praticadas pelo mercado e das equações utilizadas em cada região (Andrade, 2001). Para o custo com a energia elétrica utilizada pela bomba centrífuga, de acordo com o fabricante, a bomba pode chegar a uma de vazão de 14,80m<sup>3</sup>/h. Logo, para completar o reservatório superior de 10m<sup>3</sup> será necessário um tempo de 40,54 min. Como se trata de 2 reservatórios de 10m<sup>3</sup>, logo o tempo necessário para que ambos estejam completos é de 1h 21min 08s por dia, para suprir a demanda diária, considerando um mês com 23 dias (excluindo sábados e feriados devido a menor demanda).

Através de informações obtidas junto à CIMAM (2020), verificou-se que o Campus da UFRB em Cruz das Almas está classificado na categoria de poder público quanto à categoria de consumidor de energia elétrica, no segmento horo-sazonal verde, A4. Deste modo, foi assumida a condição mais desfavorável, onde o funcionamento do motor-bomba ocorrerá

durante os horários de ponta, cujo valor cobrado pelo consumo de energia elétrica é R\$ 0,48/kWh (Anexo1).

Sabendo-se que 1 HP equivale a 1,014 CP e que 1 CP equivale a 735,49 W, logo a bomba de 2,9 HP = 2,16 kW, durante 23 dias, funcionando 1,35h, o consumo de energia mensal é de 67,068kWh. Portanto, os custos com as energia elétrica consumido pelas bombas será de R\$ 32,19 mensais, o que equivale a R\$ 386,31 anualmente.

## 5.2 ECONOMIA GERADA PELA IMPLANTAÇÃO SISTEMA

Foi possível observar pelo estimativas realizadas pelo “Método Australiano” que sistema com o reservatório de 80m<sup>3</sup> tem condições de atender a demanda solicitada. Sendo assim, a economia mensal de água potável em reais, dos 80m<sup>3</sup>, será calculado pelas tarifas estabelecidas pela EMBASA (Tabela 8 ).

**Tabela 7: Faixas de consumo e tarifas**

Faixas de Consumos	Comercial	Pequenos Comércios	Derivações Comerciais de Água Bruta	Construção e Industrial	Pública
Até 6 m <sup>3</sup>	R\$ 86,80 p/ mês	R\$ 37,10 p/ mês	R\$ 14,20 p/ mês	R\$ 86,80 p/ mês	R\$ 86,80 p/ mês
7 - 10 m <sup>3</sup>	R\$ 3,32 p/ m <sup>3</sup>	R\$ 1,18 p/ m <sup>3</sup>	R\$ 1,18 p/ m <sup>3</sup>	R\$ 3,32 p/ m <sup>3</sup>	R\$ 3,32 p/ m <sup>3</sup>
11 - 50 m <sup>3</sup>	R\$ 19,03 p/ m <sup>3</sup>	R\$ 19,03 p/ m <sup>3</sup>	R\$ 1,60 p/ m <sup>3</sup>	R\$ 19,03 p/ m <sup>3</sup>	R\$ 19,03 p/ m <sup>3</sup>
> 50 m <sup>3</sup>	R\$ 22,45 p/ m <sup>3</sup>	R\$ 22,45 p/ m <sup>3</sup>	R\$ 1,75 p/ m <sup>3</sup>	R\$ 22,45 p/ m <sup>3</sup>	R\$ 22,45 p/ m <sup>3</sup>

Fonte: Embasa(2020).

Os 80m<sup>3</sup> pagos mensalmente pela UFRB na compra de água potável custam R\$ 1.968,78/mês. Considerando a nível anual, o valor totaliza R\$23.625,36/ano. Tendo um horizonte de 10 anos (como de vida útil do sistema), o valor fica estimado em R\$ 236.253,60 Para verificar se o investimento no sistema é atrativo, será analisado o VPL, a razão B/C a TIR e o tempo que o investimento levará para começar a cobrir o investimento inicial (PayBack).

### 5.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Fazer a análise de viabilidade econômica de projetos é um passo fundamental para qualquer investidor. Com ela é possível observar se o empreendimento será atrativo ou não. Como o dinheiro durante o tempo muda de valor, por exemplo, R\$1.000,00 hoje não custarão R\$1.000,00 ano que vem, pois incidirá sobre ele uma taxa (juros), e até mesmo adicionada depreciação da moeda pela inflação, tem-se que fazer a equivalência de capitais usando uma taxa de juros que vai ajudar na tomada de decisão.

Para a implantação do sistema de captação de água de chuva do Pavilhão de Aulas 3 serão investidos R\$50.893,85, que pode resultar na geração de uma economia anual de R\$23.625,36 pela razão de não se comprar água potável. Na Tabela 9, constam valores percentuais sobre o valor investido que pode ser adotado para os custos anuais de manutenção dos componentes de um sistema hidráulico de bombeamento.

**Tabela 8: Vida útil dos componentes de sistema de bombeamento e estimativa da manutenção anual**

Componentes	Vida útil (anos)	Manutenção anual (% sobre o valor de investimento)
Bomba de eixo vertical	20-30	0,5-1,5
Bomba centrífuga	16-25	3,0-5,0
Motor elétrico	20-25	1,5-2,5
Motor diesel	10 a 20	5,0-8,0
Tubos de PVC (enterrado)	15-40	0,25- 0,75
Tubos de alumínio sob pressão	10 a 20	1,5-2,5
Tubos de aço (enterrado)	15 a 25	0,25-0,5
Tubos de aço (superfície)	10 a 12	1,5-2,5
Tubos de aço galvanizado (superfície)	10 a 20	1,0-2,0
Tubos de polietileno (gotejamento)	8 a 10	1,5-2,5

Fonte: PRONI, 1987

Para os custos com a manutenção do sistema do PA3 utilizou-se 5% (para o sistema de bombeio) do valor investido (uma condição mais desfavorável), o que equivale a R\$ 2.544,69/ano, valor a ser incorporado aos custos anuais e distribuídos ao longo de 10 anos, que é o horizonte da análise de investimento.

### 5.3.1 VPL

O fluxo de caixa como os valores dos benefícios anuais (correspondente a economia pela não compra de água potável), com os custos de manutenção incidentes e os valores reduzidos ao valor presente (VP), são apresentados na Tabela 10.

O valor do benefício gerado pela não-aquisição de água foi calculado no valor do m<sup>3</sup> de água (Tarifa) multiplicado pela quantidade de m<sup>3</sup> economizados anualmente com a introdução do sistema de captação de água de chuva. Para a série uniforme de benefícios e custos no fluxo de caixa (como mostrado a Tabela 10) a expressão do VPL será:

$$\text{VPL} = \text{B} \cdot \text{FVP } i, e, n - \text{I} - \text{C} \cdot \text{FVP } (i, e, n) \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

B = Benefícios anuais (R\$) reduzidos ao valor presente

I – Custo de investimento para implantação do projeto (R\$);

C = Custos anuais (R\$), reduzidos ao valor presente;

FVP = Fator de valor presente (função da taxa de juros “i”, e do tempo).

O FVP pode ser calculado pelas seguinte equação:

$$\text{FVP} = \frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n} \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

i = taxa de juros compostos (anual ou mensal);

n = período

### 5.3.2 B/C

Para que o investimento seja considerado viável a relação B/C deve retornar um número maior que 1.

### 5.3.3 TMA

A Taxa Mínima de Atratividade, como o nome já diz, é a taxa na qual que o investidor espera receber para considerar o investimento atrativo. Algumas empresas consideram a TMA de 10% como uma taxa considerável (regra geral adotado pelo mercado), abaixo disso pode ser inviável. Para os cálculos de VPL a TMA considerada foi de 10.

Tabela 9: Fluxo de caixa e determinação do benefício e custos, VPL, B/C num horizonte de 10 anos  
(TMA=10%a.a.)

Ano	Investimento na data zero	Benefício (Não-Aquisição de Água) (B)	Custo 1 Manutenção (C)	Custo 2 Energia elétrica (C)	Valor (VF) (B - C)	Taxa(i) 10%	Período j	Valor (VP) $VF/(1+i)^j$	FVP (i,n)	VPL R\$	B/C
1	R\$ 50.893,85	R\$ 23.625,36	R\$ 2.544,69	R\$ 386,31	R\$ 20.694,36	0,1	1	R\$ 18.813,05	0,909	-R\$ 32.080,80	R\$ 0,401
2		R\$ 23.625,36	R\$ 2.544,69	R\$ 386,31	R\$ 20.694,36	0,1	2	R\$ 17.102,77	1,736	-R\$ 14.978,02	R\$ 0,732
3		R\$ 23.625,36	R\$ 2.544,69	R\$ 386,31	R\$ 20.694,36	0,1	3	R\$ 15.547,98	2,487	R\$ 569,95	R\$ 1,010
4		R\$ 23.625,36	R\$ 2.544,69	R\$ 386,31	R\$ 20.694,36	0,1	4	R\$ 14.134,52	3,170	R\$ 14.704,48	R\$ 1,244
5		R\$ 23.625,36	R\$ 2.544,69	R\$ 386,31	R\$ 20.694,36	0,1	5	R\$ 12.849,57	3,791	R\$ 27.554,05	R\$ 1,444
6		R\$ 23.625,36	R\$ 2.544,69	R\$ 386,31	R\$ 20.694,36	0,1	6	R\$ 11.681,43	4,355	R\$ 39.235,47	R\$ 1,616
7		R\$ 23.625,36	R\$ 2.544,69	R\$ 386,31	R\$ 20.694,36	0,1	7	R\$ 10.619,48	4,868	R\$ 49.854,95	R\$ 1,765
8		R\$ 23.625,36	R\$ 2.544,69	R\$ 386,31	R\$ 20.694,36	0,1	8	R\$ 9.654,07	5,335	R\$ 59.509,02	R\$ 1,894
9		R\$ 23.625,36	R\$ 2.544,69	R\$ 386,31	R\$ 20.694,36	0,1	9	R\$ 8.776,43	5,759	R\$ 68.285,45	R\$ 2,008
10		R\$ 23.625,36	R\$ 2.544,69	R\$ 386,31	R\$ 20.694,36	0,1	10	R\$ 7.978,57	6,145	<b>R\$ 76.264,02</b>	<b>R\$ 2,107</b>
<b>VERIFICAÇÃO</b>										<b>ACEITA!</b>	<b>ACEITA!</b>

Fonte: Autora(2020)

### 5.3.4 TIR

De posse dos valores de fluxo de caixa apresentados na Tabela 11, tem-se que a Taxa Interna de Retorno é maior que a Taxa Mínima de Atratividade, dessa forma o projeto deve ser aceito.

**Tabela 10: Cálculo da TIR**

Fluxo de caixa		
Ano	Fluxo de caixa	TIR
0	-R\$ 50.893,85	39%
1	R\$ 20.694,36	
2	R\$ 20.694,36	
3	R\$ 20.694,36	
4	R\$ 20.694,36	
5	R\$ 20.694,36	
6	R\$ 20.694,36	
7	R\$ 20.694,36	
8	R\$ 20.694,36	
9	R\$ 20.694,36	
10	R\$ 20.694,36	

Fonte: Autora(2020)

### 5.3.5 TEMPO DE RETORNO PARA O INVESTIMENTO (PAYBACK)

O horizonte de projeto é 10 anos, porém o investidor pode conseguir recuperar o valor em menos tempo. Para saber em que período de retorno os benefícios cobrem o investimento inicial, calcula-se o PayBack (PB). Aplicando a Equação que trata do PB simples, tem-se então.

$$PB = \frac{\textit{Investimento}}{\textit{Resultado do fluxo de caixa com ganho do investimento}}$$

$$PB = \frac{50.893,85}{20.694,36} = 2,4593$$

Logo, o retorno do investimento será mais precisamente em 2 anos e 5 meses e 15 dias.

Devido às verificações feitas para a análise de viabilidade do projeto, verificou-se que a implantação de um provável sistema de aproveitamento de água de chuva para o Pavilhão de Aulas 3 da UFRB, em Cruz das Almas-BA, mostram ser esse um investimento viável economicamente, e até ambientalmente por poupar água dos mananciais de abastecimento

público, visto que serão economizados 12.000m<sup>3</sup> de água potável durante os 10 anos de horizonte de projeto.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos intuitos deste trabalho foi demonstrar a possibilidade de reduções das demandas de água potável, através da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial no Pavilhão de Aulas 3 (PA3), ora em construção na UFRB, na cidade de Cruz das Almas-BA.

Pela aplicação do Método Australiano, proporcionou-se a escolha do volume do reservatório mais adequado para atender demandas de usos não potáveis no PA3, para que assim não houvesse o superdimensionamento e conseqüentemente inviabilização do projeto, visto que o seu custo é o mais caro de um sistema de aproveitamento de água de chuva. Estimou-se, assim, um volume de 80m<sup>3</sup> para a reservação, volume esse distribuído entre 5 reservatórios, sendo que custo estimado para aquisição dos reservatórios foi de R\$38.887,00 ou seja, 76,41 % do orçamento total, comprovando assim o que diz a literatura a esse respeito.

Para a análise econômica do projeto, pode-se constatar que o projeto é economicamente viável, pois além de apresentar um VPL de R\$76.264,02 ( $> 0$ ), a relação Benefício Custo (B/C) resultou em  $2,1 > 1$ , ou seja confirmando que o empreendimento é atrativo. O investimento a uma TMA de 10% é atrativo e a TIR foi maior que TMA. O período em que os retornos (ou benefícios) cobrem o investimento inicial é de 2 anos e 5 meses e 15 dias.

Ao final, gerando uma economia anual de R\$23.625,36 esse valor deixará de ser pago à concessionária dos serviços de abastecimento de água em Cruz das Almas-BA, pois não será mais utilizada água potável para suprir as demandas menos nobres do Pavilhão de Aulas 3 / UFRB. Conclusão como essa pode servir como indutora para implantação de sistemas semelhantes em outras edificações da universidade, já que se atesta a viabilidade do aproveitamento e utilização de águas pluviais.

Como uma limitação na elaboração do trabalho, pode-se referir as falhas de dados de precipitação em alguns períodos, o que impossibilitou a escolha de uma maior série histórica e assim obter uma amostra mais representativa do comportamento da pluviometria na região de estudo, mas que não afetou se alcançar os objetivos do estudo. Outra questão, foi a falta de informações pela não realização de questionários com os usuários das outras edificações de

ensino na UFRB sobre a utilização do número de vezes das bacias sanitárias, impossibilitando assim valores mais representativos das demandas.

Recomendações para futuros trabalhos:

- Fazer um dimensionamento hidráulico dos aparelhos que irão utilizar a água de chuva;
- Pesquisar sobre o número de vezes da utilização das descargas e assim poder melhor detalhar a demanda.
- Comparar volume encontrado pelo Método Australiano com outros métodos e assim determinar qual o método traz melhores resultados, ou não, na determinação dos volumes de reservatórios de água de chuva.
- Fazer investigações e estudos para outros prédios do campus da UFRB, em Cruz das Almas, e também analisar formas de reutilizar as águas cinzas neles geradas.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Instalação predial de água fria. 1ª ed. NBR 5626 – 1998

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Água de chuva - aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. 1ª ed. NBR 15527 – 2007.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. 1ª ed. NBR 15527 – 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA – ANA. Água no mundo. Disponível em < <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/agua-no-mundo> > . Acesso em Setembro/20.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA – ANA. Disponível em <

[https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/copy\\_of\\_divisoes-hidrograficas](https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/copy_of_divisoes-hidrograficas) >. Acesso em Setembro/20.

ANDRADE, P. R. G. S.. Aproveitamento de Água de Chuva: métodos de dimensionamento de reservatórios. Mini-Curso No. 30 - II RECONCITEC – Reunião Anual de Ciência, Tecnologia, Inovação e Cultura no Recôncavo da Bahia. UFRB. Outubro de 2012.

ANNECCHINI, K. P. V. Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis na região metropolitana de Vitória (ES). 2005. 124p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

CARVALHO, R. S. Potencial econômico do aproveitamento de águas pluviais: análise da implantação de um sistema para a região urbana de Londrina. 2010. 52 p. Monografia apresentada à Universidade Federal do Paraná. Apucarana – PR.

CIRILO, J. A. 2008. Políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido brasileiro. Universidade de São Paulo, São Paulo. Vol. 63: 61-82.

GHSI, E. A Influência da Precipitação Pluviométrica, Área de Captação, Número de Moradores e Demandas de Água Potável e Pluvial no Dimensionamento de Reservatórios para Fins de Aproveitamento de Água Pluvial em Residências Unifamiliares. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para participação no Concurso Público do Edital N° 026/DDPP/2006. Florianópolis, 2006.

GNADLINGER, J. Colheita de Água de Chuva em Áreas Rurais. Juazeiro: IRPAA, 2000.40p.

GNADLINGER, J. Captação de água de chuva: Uma ferramenta para atendimento às populações rurais inseridas em localidades áridas e semiáridas. In.: Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas. Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande–PB. 2011.

GNADLINGER, J. Água de chuva no manejo integrado dos recursos hídricos em localidades semiáridas: aspectos históricos, biofísicos, técnicos, econômicos e sociopolíticos. Captação, manejo e uso de água de chuva. Campina Grande–PB, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Cruz das Almas. Disponível em < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/cruz-das-almas/panorama> >. Acesso em Setembro/20.

LINS, I. B.; ANDRADE, P. R. G. S. Análise de investimento em aproveitamento de água de chuva: estudo de caso para um condomínio residencial em Feira de Santana–BA. In.: Anais do IV Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2016. <[cobesa.com.br/2016/download/cobesa-2016/IVCOBESA-053.pdf](http://cobesa.com.br/2016/download/cobesa-2016/IVCOBESA-053.pdf)>.

MAY, S. Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Curso de PósGraduação em Engenharia da Construção Civil. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Ciclo Hidrológico: Águas Subterrâneas e o Ciclo Hidrológico. Disponível em <<https://www.mma.gov.br/informma/item/420-ciclo-hidrologico.html>>. Acesso em Novembro/20.

MONTANHINI, L. R. A. Economia de Engenharia. Material Didático. 2008. <https://docplayer.com.br/5063613-Tt-405-economia-de-engenharia-material-didatico-2008-prof-lucia-r-a-montanhini.html>.

PAMPLONA E. O; MONTEVECHI J. A. B. Engenharia Econômica I . Material Didático. 2006.

PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO-PRONI - Tempo de Irrigar: manual do irrigante. São Paulo: Mater/Fundação Victor Civita. 1987. 160p.

RODRIGUES, W. C. Metodologia científica Metodologia Científica. Paracambi: [s.n.]. Disponível em: <[http://www.dem.fmed.uc.pt/Bibliografia/Livros\\_Educacao\\_Medica/Livro27.pdf](http://www.dem.fmed.uc.pt/Bibliografia/Livros_Educacao_Medica/Livro27.pdf)>. Acesso em Setembro/20.

ROSA, L. F.; ANDRADE, P. R. G. S. Aproveitamento de água de chuva na zona rural de sapaçu-ba: avaliação da segurança hídrica para usos domésticos. In.: Anais do 10º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Belém-PA–Brasil. 2016. <<http://10sbcmac.ufpa.br/anais/ARQUIVOS/GT4-1-10-20161120150936.pdf>>.

RUPP, R. F.; MUNARIM, U.; GHISI, E. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. Ambiente Construído. vol.11 no.4 Porto Alegre. Out./Dez. 2011. <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212011000400005&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212011000400005&script=sci_abstract&tlng=pt)>.

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

UNIVERSIDADE DA ÁGUA – UNIAGUA. Brasil o manancial do Planeta. Disponível em <<http://www.uniagua.org.br/brasil-manancial-do-planeta/>>. Acesso em Setembro/20.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO BAIANO – UFRB. Cruz das Almas. Disponível em <<https://www.ufrb.edu.br/pgea/noticias/17-cruz-das-almas#:~:text=Cruz%20das%20Almas%20encontra%2Dse,segundo%20a%20classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20K%C3%B6ppen.&text=A%20umidade%20relativa%20do%20ar,anual%20%C3%A9%20de%2024%2C5%C2%BAC.>> . Acesso em Setembro/20.

# ANEXO 1

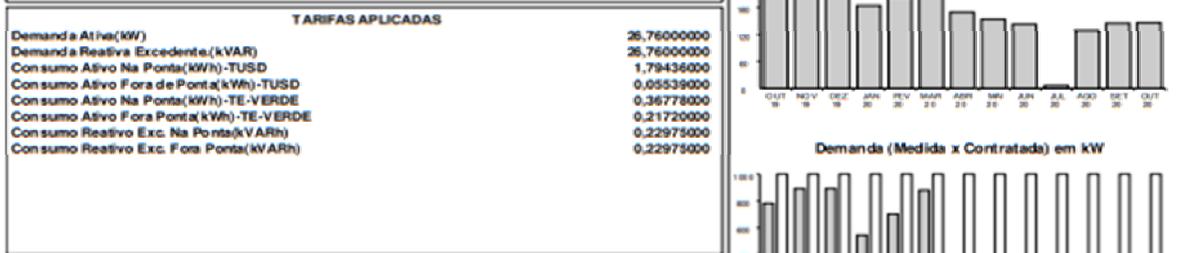
1 / 3

<b>COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO ESTADO DA BAHIA</b> AV. EDGARD SANTOS, 300, CABULA VI, SALVADOR, BAHIA CEP: 41181-900 CNPJ: 15.139.629/0001-94 INSCRIÇÃO ESTADUAL: 00478696N0	 <b>COELBA</b> www.coelba.com.br	<b>COELBA 0800 284 8080</b> ATENDIMENTO AO DEFICIENTE AUDITIVO OU DE FALA: 0800 231 0142 OUVIDORIA: 0800 071 7676 / SMS FALTA DE ENERGIA: 26560 AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL 167-LIGAÇÃO GRATUITA DE TELEFONES FIXOS E MÓVEIS
--	---	---

NOTA FISCAL   FATURA   CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA			
<b>DADOS DO CLIENTE</b> UNIVERSIDADE FEDERAL DO R. B. IA UFRRB ESCOLA DE AGRONOMIA LABORA  CNPJ: 67.777.806/001-62  <b>ENDEREÇO</b> RUA RUI BARBOSA 710  CENTRO-CRUZ DAS ALMAS/CRUZ DAS ALMAS 44390-000 CRUZ DAS ALMAS BA	<b>DATA DE VENCIMENTO</b> <h2 style="text-align: center;">08/12/2020</h2> <b>TOTAL A PAGAR (R\$)</b> <h2 style="text-align: center;">139.268,45</h2>	<b>DATA DA EMISSÃO DA NOTA FISCAL</b> 29/10/2020  <b>DATA DA APRESENTAÇÃO</b> 05/11/2020  <b>NÚMERO DA NOTA FISCAL</b> 480438254	<b>CONTA CONTRATO</b> 0006924450  <b>Nº DO CLIENTE</b> 1004075203  <b>Nº DA INSTALAÇÃO</b> 1298504
CLASSIFICAÇÃO A4 Hora-sazonal Verde PODER PÚBLICO - FEDERAL			
RESERVADO AO FISCO 26DC.945D.D386.0FA2.552E.8D03.7DDD.84F1			

DESCRIÇÃO DA NOTA FISCAL E INFORMAÇÕES IMPORTANTES			
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	PREÇO(R\$)	VALOR(R\$)
Demanda Ativa(KW)	1.000,0000000	35,11350216	35.113,50
Demanda Reativa Excedente.(kVAR)	0,0000000	35,11350216	0,00
Consumo Ativo Na Ponta(kWh)-TUSD	16.666,0500000	2,35449416	39.240,11
Consumo Ativo Fora de Ponta(kWh)-TUSD	145.622,4000000	0,07268075	10.583,94
<b>BANDEIRA VERDE</b>			
Consumo Ativo Na Ponta(kWh)-TE	16.666,0500000	0,48258758	8.042,82
Consumo Ativo Fora Ponta(kWh)-TE	145.622,4000000	0,28500196	41.502,66
Consumo Reativo Exc. Na Ponta(kVARh)	5.454,2900000	0,30146962	1.644,30
Consumo Reativo Exc. Fora Ponta(kVARh)	44.844,8000000	0,30146962	13.519,34
Compensação DMIC 05/20			1.521,59
Tributo Federal			8.754,25
Correc.Monet. DMIC Mes - 05/2020			102,38
<b>TOTAL DA FATURA</b>			<b>139.268,45</b>

TARIFAS APLICADAS	
Demanda Ativa(KW)	26,76000000
Demanda Reativa Excedente.(kVAR)	26,76000000
Consumo Ativo Na Ponta(kWh)-TUSD	1,79436000
Consumo Ativo Fora de Ponta(kWh)-TUSD	0,05539000
Consumo Ativo Na Ponta(kWh)-TE-VERDE	0,36778000
Consumo Ativo Fora Ponta(kWh)-TE-VERDE	0,21720000
Consumo Reativo Exc. Na Ponta(kVARh)	0,22975000
Consumo Reativo Exc. Fora Ponta(kVARh)	0,22975000



NDFNF: 1759000482009 - P/NDF: 19 935.141  
 PARCELOCOE.COT - 30766,92900 e 9876504