

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA - CTEC
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

GUSTAVO ALVES ACIOLY FEIJO

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM AMBIENTES COMERCIAIS: ECONOMIA
FINANCEIRA GERADA POR MEIO DE AUTOMAÇÃO EM SISTEMA DE
CLIMATIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS**

MACEIÓ-AL
2025

GUSTAVO ALVES ACIOLY FEIJO

**EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM AMBIENTES COMERCIAIS: ECONOMIA
FINANCEIRA GERADA POR MEIO DE AUTOMAÇÃO EM SISTEMA DE
CLIMATIZAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
colegiado do curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal de Alagoas, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro
Civil.

Orientador: Prof. Dr. Wellinsilvio Costa dos Santos

MACEIÓ-AL

2025

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

F297e Feijo, Gustavo Alves Acioly.

 Eficiência energética em ambientes comerciais : economia financeira gerada por meio de automação em sistema de climatização e aproveitamento de águas pluviais / Gustavo Alves Acioly Feijo. - 2025.

 85 f. : il.

 Orientador: Wellinsilvio Costa dos Santos.

 Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2025.

 Bibliografia: f. f. 72-74.

 Anexos: f. 75-85.

 1. Eficiência energética. 2. Automação. 3. Internet das coisas. 4. Água pluvial. 5. Sustentabilidade. I. Título.

CDU: 681.5

Folha de Aprovação

AUTOR: GUSTAVO ALVES ACIOLY FEIJO

**Eficiência energética em ambientes comerciais: economia financeira
gerada por meio de Automação em sistema de Climatização e
aproveitamento de águas pluviais**

Trabalho de conclusão de curso julgado
adequado para obtenção do Título de Engenheiro
Civil e aprovado em sua forma final pelo Centro
de Tecnologia - CTEC da Universidade Federal
de Alagoas - UFAL.

Documento assinado digitalmente
 WELLINSILVIO COSTA DOS SANTOS
Data: 04/06/2025 10:04:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Wellinsilvio Costa dos Santos – Universidade Federal de Alagoas
(Orientador)

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 IGOR CAVALCANTE TORRES
Data: 04/06/2025 10:01:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Igor Cavalcante Torres – Universidade Federal de Alagoas

Documento assinado digitalmente
 JAMILE PINHEIRO NASCIMENTO AMOAH
Data: 03/06/2025 22:25:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Jamile Pinheiro Nascimento Amoah – Universidade Federal de
Alagoas

RESUMO

Este Trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade técnica e econômica da implementação de soluções sustentáveis em um ambiente comercial, por meio da automação do sistema de climatização e do aproveitamento de águas pluviais. O estudo foi realizado em uma loja de conveniência anexa a um posto de combustíveis localizado em Maceió–AL. Para a climatização, foram instalados dispositivos inteligentes com controle remoto via internet (IoT) e medidores de energia para registrar o consumo elétrico antes e após a automação. Os resultados indicaram uma redução média de 17% no consumo energético total, com destaque para o aparelho trifásico, que apresentou maior economia. No que diz respeito ao aproveitamento das águas pluviais, utilizou-se o software Netuno 4 para simular o sistema de captação, armazenamento e uso da água de chuva em um possível lava-jato. A área de captação foi dimensionada com base na cobertura existente, adotando-se coeficientes de escoamento e demanda hídrica estimada. A análise de viabilidade econômica revelou um *payback* de apenas 7 meses, um VPL de R\$ 25.479,05 e uma TIR de 15,69% ao mês. Os resultados demonstraram que ambas as soluções são técnica e economicamente viáveis, promovendo significativa redução de custos operacionais e contribuindo para a sustentabilidade dos empreendimentos comerciais.

Palavras-chave: Eficiência energética. Automação. Internet das Coisas. Água pluvial. Sustentabilidade.

ABSTRACT

This Final Undergraduate Project aimed to analyze the technical and economic feasibility of implementing sustainable solutions in a commercial environment through the automation of air conditioning systems and the reuse of rainwater. The study was conducted at a convenience store attached to a fuel station located in Maceió, Brazil. For climate control, smart devices with internet-based remote control (IoT) and energy meters were installed to record electrical consumption before and after automation. The results showed an average reduction of 17% in total energy consumption, particularly for the three-phase unit, which achieved the highest savings. Regarding rainwater harvesting, the Netuno 4 software was used to simulate the capture, storage, and use of rainwater in a future car wash. The catchment area was dimensioned based on the existing roof, applying appropriate runoff coefficients and estimated water demand. The economic feasibility analysis revealed a payback period of only 7 months, a Net Present Value (NPV) of R\$ 25,479.05, and an Internal Rate of Return (IRR) of 15.69% per month. The results confirm that both solutions are technically and financially feasible, significantly reducing operational costs and contributing to the sustainability of commercial enterprises.

Keywords: Energy efficiency. Automation. Internet of Things. Rainwater harvesting. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização do objeto de estudo	12
Figura 2 - Vista lateral do objeto de estudo	13
Figura 3 - Vista frontal do objeto de estudo.....	13
Figura 4 - Planta baixa do objeto de estudo	14
Figura 5 – Ar-condicionado 1	15
Figura 6 – Ar-condicionado 2	15
Figura 7 - Fluxograma de etapas do trabalho	19
Figura 8 – Esquema de instalação medidor trifásico.....	20
Figura 9 – Esquema de instalação medidor monofásico	21
Figura 10 – Tabela de capacidade de vazão para calhas com diâmetro semicircular	27
Figura 11 – Quadro de distribuição da loja de conveniência.....	29
Figura 12 – Medidor monofásico instalado.....	30
Figura 13 – Medidor trifásico instalado.....	30
Figura 14 – “Pinça” medidor monofásico instalada	31
Figura 15 – Controle universal inteligente	32
Figura 16 – Bancada do caixa indicando local de instalação do controle universal inteligente.....	32
Figura 17 – Gráfico de consumo energético diário 1	35
Figura 18 – Gráfico de consumo energético diário 2.....	36
Figura 19- Gráfico de consumo diário 3	37
Figura 20 – Gráfico de consumo diário 4	40
Figura 21 – Gráfico de consumo diário 5	40
Figura 22 – Gráfico de consumo diário 6	41
Figura 23 – Gráfico de consumo diário 7	43
Figura 24 – Precipitação média mensal em Maceió-AL	45
Figura 25 – Precipitação média anual em Maceió-AL	46
Figura 26 – Vista do telhado com suas dimensões	47
Figura 27 – Tabela de dados de intensidade das chuvas em Maceió-AL	48
Figura 28 – Ilustração da testeira	49
Figura 29 – Indicação de parâmetro utilizado para dimensionar calha	50

Figura 30 – Indicação de parâmetros adotados para dimensionar condutor vertical	51
Figura 31 - Gráfico de relação entre volume do reservatório com potencial de economia de água potável	53
Figura 32 – Gráfico de relação entre volume do reservatório com consumo de água pluvial	54
Figura 33 – Gráfico de relação entre volume do reservatório e atendimentos a demanda de água	55
Figura 34 – Gráfico de relação entre volume de água pluvial extravasado e volume do reservatório	56
Figura 35 – Planilha anual de dados de operação do sistema de aproveitamento.....	57
Figura 36 – Aba de custos de implantação	61
Figura 37 - Aba de parâmetros Netuno	61
Figura 38 – Aba de tarifas de água e esgoto.....	62
Figura 39 – Aba de custos operacionais	62

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características da estação pluviométrica	24
Quadro 2: Parâmetros de entrada para análise financeira	52
Quadro 3: Indicadores de investimento	63
Quadro 4 - Dados mensais de operação do sistema	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Consumo energético diário do Ar-condicionado 1 na 1ª semana de testes.....	34
Tabela 2: Consumo energético diário do Ar-condicionado 2 na 1ª semana de testes.....	34
Tabela 3: Consumo diário somado na 1ª semana de testes	36
Tabela 4: Consumo energético diário do Ar-condicionado 2 na 2ª semana de testes.....	38
Tabela 5: Consumo energético diário do Ar-condicionado 1 na 2ª semana de testes.....	38
Tabela 6: Tabela de consumo diário somado na 2ª semana de testes	41
Tabela 7: Consumo diário do Ar-condicionado 1 na 3ª semana de testes	42
Tabela 8: Tabela de diferenças entre consumos.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Cm	Centímetros
GHz	Giga-hertz
IoT	<i>Internet of Things</i>
IR	Infravermelho
kWh	Kilowatt hora
L/min	Litros por Minuto
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
m ²	Metro Quadrado
m ³	Metro Cúbico
min	Minutos
mm	Milímetros
mm/h	Milímetros por Hora
mm ²	Milímetros Quadrados
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
QR Code	<i>Quick Response Code</i>
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
TC	Transformador de Corrente
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objeto de estudo	11
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos.....	16
3	METODOLOGIA.....	17
3.1	Procedimentos	18
3.1.1	Automação em sistema de climatização	19
3.1.1.1	Instalação de medidores e controlador inteligente	19
3.1.1.2	Testes.....	22
3.1.2	Aproveitamento de águas pluviais.....	23
3.1.2.1	Software	24
3.1.2.2	Levantamento da oferta pluviométrica.....	24
3.1.2.3	Área de captação e coeficiente superficial de escoamento.....	24
3.1.2.4	Levantamento da demanda de água.....	25
3.1.2.5	Dimensionamento de calhas e condutores verticais	26
3.1.2.6	Dimensionamento do reservatório inferior.....	27
3.1.2.7	Viabilidade econômica.....	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
4.1	Automação em sistema de climatização	29
4.1.1	Instalação dos medidores e controle inteligente.....	30
4.1.2	Coleta de dados e automação.....	33
4.1.2.1	Semana 1	33
4.1.2.2	Semana 2	37
4.1.2.3	Semana 3	41
4.1.2.4	Comparativos	43
4.2	Aproveitamento de águas pluviais	45
4.2.1	Oferta pluviométrica na cidade de Maceió	45
4.2.2	Área de captação e coeficiente superficial de escoamento.....	46
4.2.3	Dimensionamento calhas e condutores verticais	48
4.2.4	Dimensionamento do reservatório inferior.....	51
4.2.5	Viabilidade econômica.....	57
4.2.5.1	Tarifas de água e esgoto.....	57
4.2.5.2	Inflação.....	58
4.2.5.3	Custos iniciais e operacionais	59

4.2.6 Simulação de viabilidade econômica	61
5 CONCLUSÕES	65
5.1 Automação em sistema de climatização	65
5.2 Aproveitamento de águas pluviais	66
ANEXO A	70
ANEXO B	76
ANEXO C	77
ANEXO D	79

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a nota técnica 030/2018 da Empresa de Pesquisa Energética, a energia utilizada para o conforto térmico é o uso final em edifícios que mais cresce no mundo. No Brasil, o aumento do uso residencial de condicionadores de ar resultou em um crescimento significativo no consumo energético, sendo estimado que entre 2005 e 2017, o número de unidades vendidas tenha mais que dobrado, passando de 7% para 14% (EPE, 2018). Pensando nisso, a implementação de dispositivos inteligentes de controle de aparelhos de ar-condicionado, associados a uma programação de automação, é uma medida que pode ser eficaz para reduzir o consumo de energia, otimizar o conforto térmico e prolongar a vida útil dos aparelhos.

Em 1999, em um artigo publicado no RFID Journal, surge o conceito de *IoT – Internet of Things*, apresentado por Kevin Ashton da *MIT Auto Centre* (Galegale *et al*, 2016), que pode ser compreendido como uma nova visão da internet, que agora não mais é usada apenas por computadores para comunicação entre pessoas. A partir deste conceito, a internet passa a ser um campo colaborativo para diversos dispositivos (as “coisas” em internet das coisas), que são capazes de se conectar à rede e se comunicar com outros dispositivos em qualquer lugar do mundo que também estabeleçam conexão com uma rede *Wi-Fi*. Com isso, a automação torna-se muito mais acessível e direta, não necessitando de intervenções físicas ou mecânicas para que determinada ação aconteça em determinado equipamento, basta ter os aparelhos e sensores adequados, programá-los para se comunicarem e iniciarem determinado comando a partir de informações coletadas por sensores ou *online* como horário, temperatura, luminosidade, umidade etc.

A internet das coisas vem se consolidando como uma importante aliada na busca por eficiência energética em edificações comerciais, especialmente no controle de sistemas de climatização, que estão entre os maiores responsáveis pelo consumo de energia nesse tipo de ambiente. Através da interconexão de dispositivos inteligentes e plataformas de gerenciamento, a IoT possibilita o controle em tempo real de dispositivos. Através deste entendimento, é possível ajustar automaticamente o funcionamento dos aparelhos de ar-condicionado de acordo com parâmetros estabelecidos pelo usuário. Essa automação inteligente pode reduzir o desperdício de

energia, melhorar o conforto térmico dos usuários e contribuir para a sustentabilidade operacional do edifício, tornando a gestão energética mais eficiente e estratégica.

Além disso, o cenário ambiental atual chama a atenção para a importância de proteger os recursos hídricos. Carli, De Conto, Beal e Pessin (2013, p. 145) expõem que “as ações de conservação surgem como alternativas potenciais para promover o uso sustentável da água”. Portanto, é de fundamental importância que sejam desenvolvidos estudos para a implementação de sistemas de aproveitamento de água da chuva e para a redução do consumo energético, tendo em vista que, de acordo com os dados da Agência Nacional de Energia Elétrica ANEEL (2024), dos 200 GW de potência alcançados no Brasil, a maior parte vem de usinas hidroelétricas (55%).

Para o presente estudo, será utilizado o conceito de IoT, associado a dispositivos inteligentes com o intuito de automatizar o funcionamento dos aparelhos de ar-condicionado da loja de conveniência do objeto de estudo. Além disso, serão instalados medidores de energia nos circuitos que alimentam os aparelhos de ar-condicionado, possibilitando a comparação entre o funcionamento tradicional (com controles operados por pessoas) e o funcionamento após a implementação da automação.

O presente trabalho tem como propósito estudar a viabilidade econômica e os impactos financeiros nas contas de água e energia de um posto de combustíveis a partir da aplicação de um sistema de automação da climatização da loja de conveniência e da implementação de um sistema de aproveitamento de água da chuva para uso em um futuro lava-jato. A motivação central deste estudo decorre da necessidade urgente de aumentar a eficiência energética e reduzir os custos operacionais, promovendo práticas sustentáveis em ambientes comerciais, especialmente considerando o aumento expressivo no consumo energético devido ao uso crescente de aparelhos de ar-condicionado e a importância de conservação dos recursos hídricos diante dos desafios ambientais contemporâneos.

1.1 OBJETO DE ESTUDO

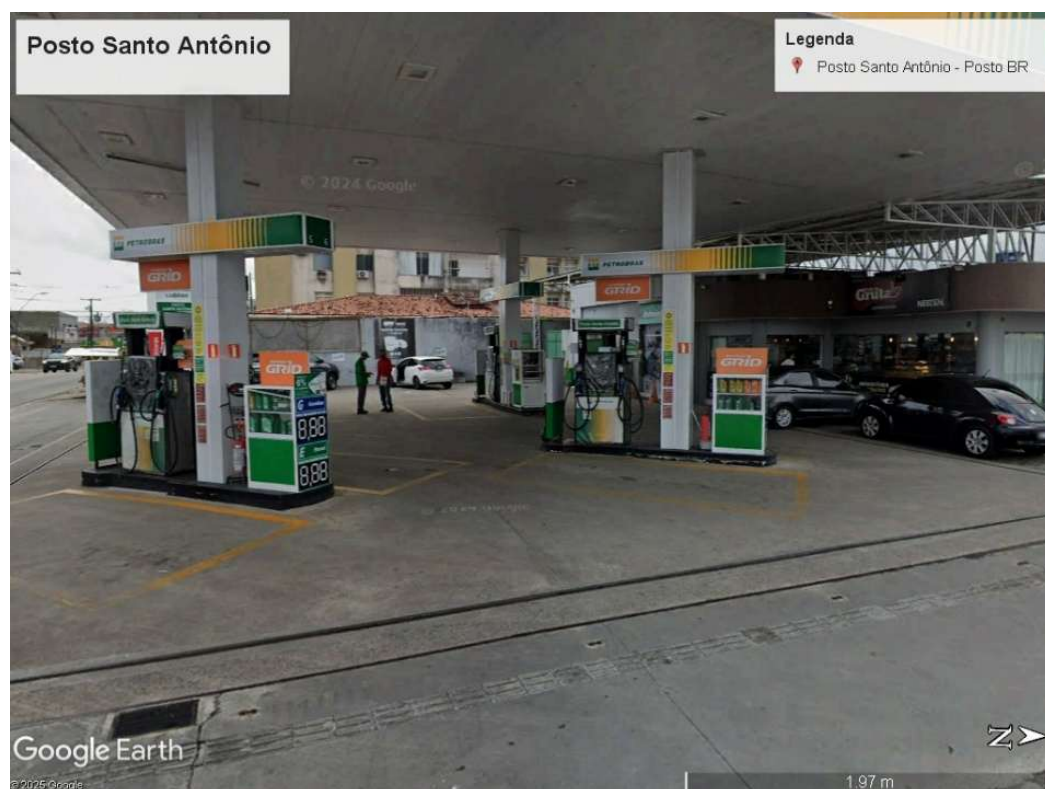
O local onde será desenvolvido o estudo está localizado em: Av. Mendonça Júnior, 945 - Gruta de Lourdes, Maceió - AL, 57052-480. Trata-se de um comércio de combustíveis com uma loja de conveniência anexa ao posto. O estabelecimento funciona de segunda a sábado das 06h às 22h e domingo das 07h às 19h, a loja de conveniência serve salgados, sucos, pratos de café da manhã, almoço e jantar e de acordo com o proprietário recebe em média 50 pessoas ao longo do dia, entre consumidores e passantes. Abaixo, seguem imagens do local e a planta baixa exibindo a disposição física do ambiente.

Figura 1 - Mapa de localização do objeto de estudo



Fonte: Google Earth, 2025

Figura 2 - Vista lateral do objeto de estudo



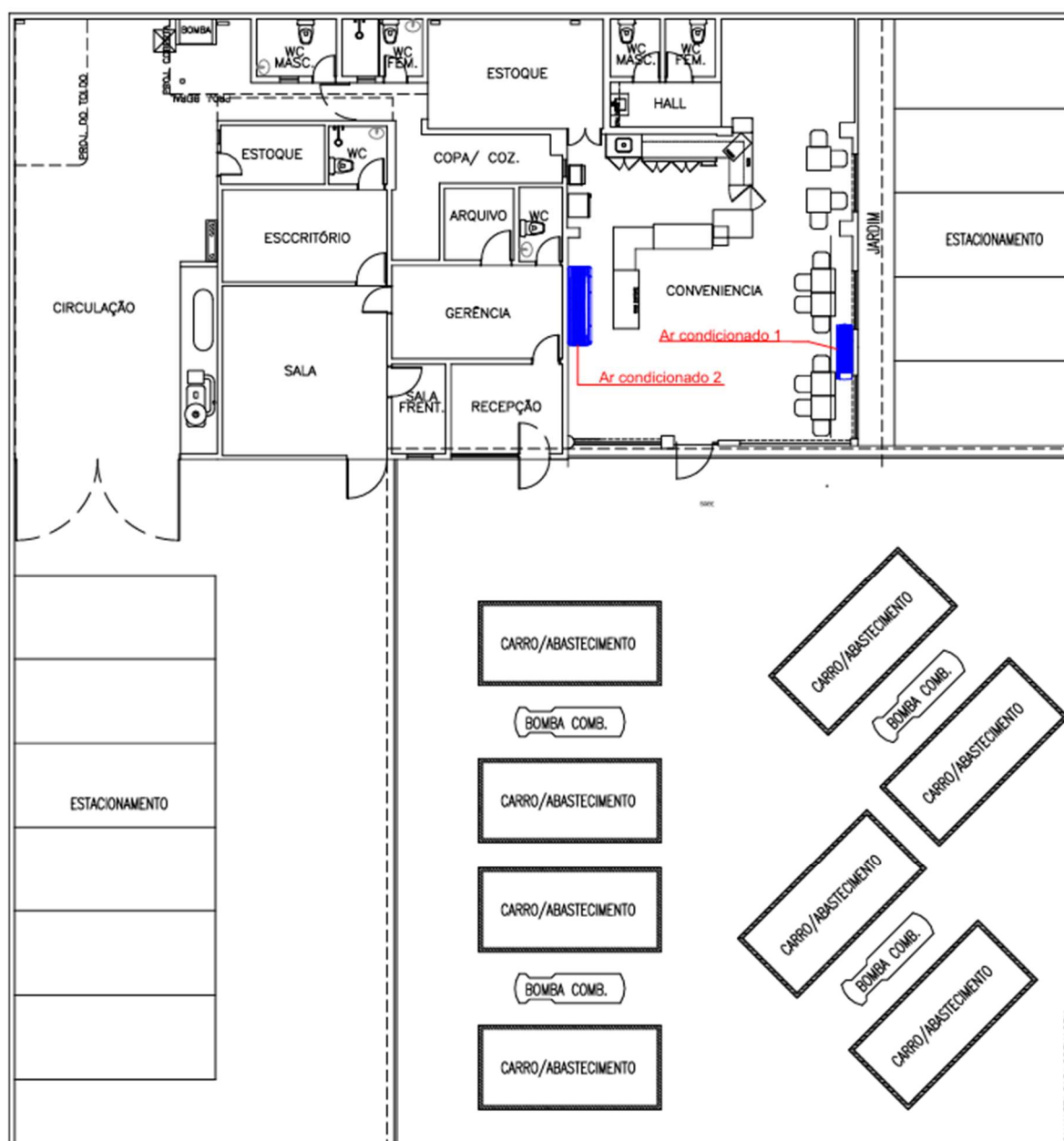
Fonte: Google Earth, 2025

Figura 3 - Vista frontal do objeto de estudo



Fonte: Google Earth, 2025

Figura 4 - Planta baixa do objeto de estudo



Fonte: O autor, 2025

Os dois aparelhos de ar-condicionado indicados na Figura 4 são os responsáveis por amenizar a temperatura no ambiente interno da loja de conveniência, com o intuito de proporcionar um melhor conforto aos consumidores. Os equipamentos estão expostos nas figuras 5 e 6.

Figura 5 – Ar-condicionado 1



Fonte: O autor, 2025

Figura 6 – Ar-condicionado 2



Fonte: O autor, 2025

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Proporcionar a redução dos custos operacionais mediante a implementação do aproveitamento de águas pluviais e da automação da climatização de um ambiente comercial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como decorrência do objetivo central desta pesquisa, definem-se os seguintes objetivos específicos:

- Estudar o índice pluviométrico de Maceió-AL.
- Coletar dados do consumo de água não potável na edificação.
- Dimensionar calhas, condutores verticais e reservatório inferior para a captação das águas pluviais.
- Analisar a viabilidade econômica da implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais.
- Coletar dados do consumo energético dos aparelhos de climatização do ambiente.
- Automatizar o sistema de climatização do ambiente.
- Verificar a capacidade de redução de consumo energético por meio da automação em aparelhos de ar-condicionado.

3 METODOLOGIA

De acordo com forma de classificar pesquisas adotada por Siena *et al.* (2024), este estudo classifica-se como uma pesquisa aplicada, com intuito gerar conhecimento a partir de uma aplicação prática, direcionado a solução de problemas específicos e quanto à forma de abordagem, utilizou-se do método quantitativo, com coleta e análise de dados de temperatura, consumo energético e volume de chuvas.

A escolha do método quantitativo é especialmente pertinente neste trabalho, pois proporciona dados objetivos e mensuráveis que permitem comparações claras antes e depois da implementação das tecnologias propostas, essencial para validar ou refutar as hipóteses levantadas com segurança estatística e técnica.

Uma das hipóteses levantada na atual pesquisa é a de que a implementação de tecnologias inteligentes, que se comunicam e operam remotamente e podem ser programadas para funcionar de acordo com parâmetros definidos pelo usuário, no sistema de climatização de um ambiente comercial resulte em um funcionamento mais eficiente das máquinas e consequentemente gere uma redução no consumo energético.

Para verificar a tese acima, serão coletados os dados de potência utilizada no tempo (kWh) para cada um dos aparelhos de ar-condicionado por meio dos medidores de grandezas elétricas instalados e será implementado um controlador de IR inteligente acompanhado de uma programação de automação. A programação de automação terá como intuito controlar as máquinas de maneira mais eficiente, mantendo-as na temperatura constante de 23° Celsius e ligando e desligando-as sempre de acordo com o horário de funcionamento do estabelecimento. Este processo busca mitigar as possibilidades de uso inadequado dos aparelhos e de funcionamento em horários em que o estabelecimento se encontra fechado.

Considera-se também a hipótese de viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água da chuva, voltado ao uso em um futuro lava-jato que será anexado ao posto, com o objetivo de reduzir os gastos com água e esgoto do estabelecimento. Essa premissa baseia-se na elevada demanda hídrica dessa atividade e nas tarifas crescentes dos serviços públicos, especialmente em

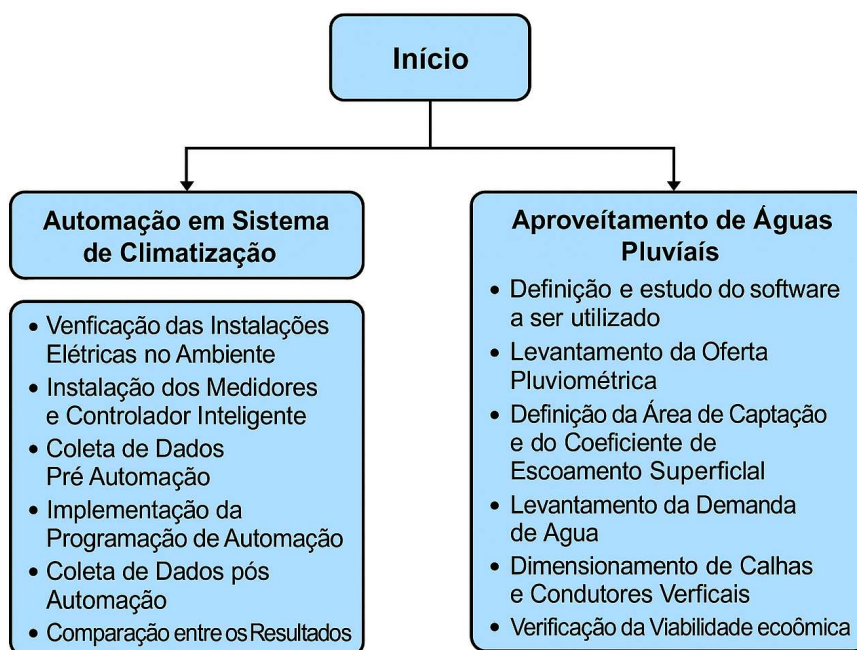
centros urbanos como Maceió. O uso de água pluvial para fins não potáveis, como lavagem de veículos, é tecnicamente viável e respaldado por normas como a NBR 15527/2007, que regulamenta sua utilização em áreas urbanas.

A proposta envolve a captação da água precipitada sobre a cobertura da área das bombas de combustível, conduzida por calha e condutores até um reservatório inferior, onde será armazenada. Como não há tráfego sobre essa cobertura, a qualidade da água coletada tende a ser superior. Espera-se que essa água possa atender parte da demanda do lava-jato, gerando economia relevante ao longo do tempo.

3.1 PROCEDIMENTOS

Todo e qualquer trabalho de investigação científica necessita confrontar ideias com dados experimentais ou de observação. É através do estabelecimento dos procedimentos que um estudo é direcionado, alinhando os métodos e as técnicas utilizadas pelo pesquisador. Sendo assim, nesta subseção o objetivo será expor o caminho que será percorrido por esse trabalho, na busca de atingir os objetivos especificados. As etapas que serão seguidas a fim de chegar as conclusões sobre as hipóteses levantadas estão presentes no fluxograma da Figura 7.

Figura 7 - Fluxograma de etapas do trabalho



Fonte: O autor, 2025

3.1.1 AUTOMAÇÃO EM SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

Para a Norma Regulamentadora (NR) 17, em ambientes onde serão desenvolvidos trabalhos intelectuais, é obrigatório que o ambiente esteja numa temperatura entre 20° C e 24° C. Segundo o site WebArCondicionado, que é especialista no ramo, a temperatura ideal para atingir o mais próximo da melhor eficiência do aparelho de ar-condicionado é de 23° Celsius, pois traz a sensação de conforto térmico sem forçar a máquina, prolongando sua vida útil e reduzindo seu consumo energético.

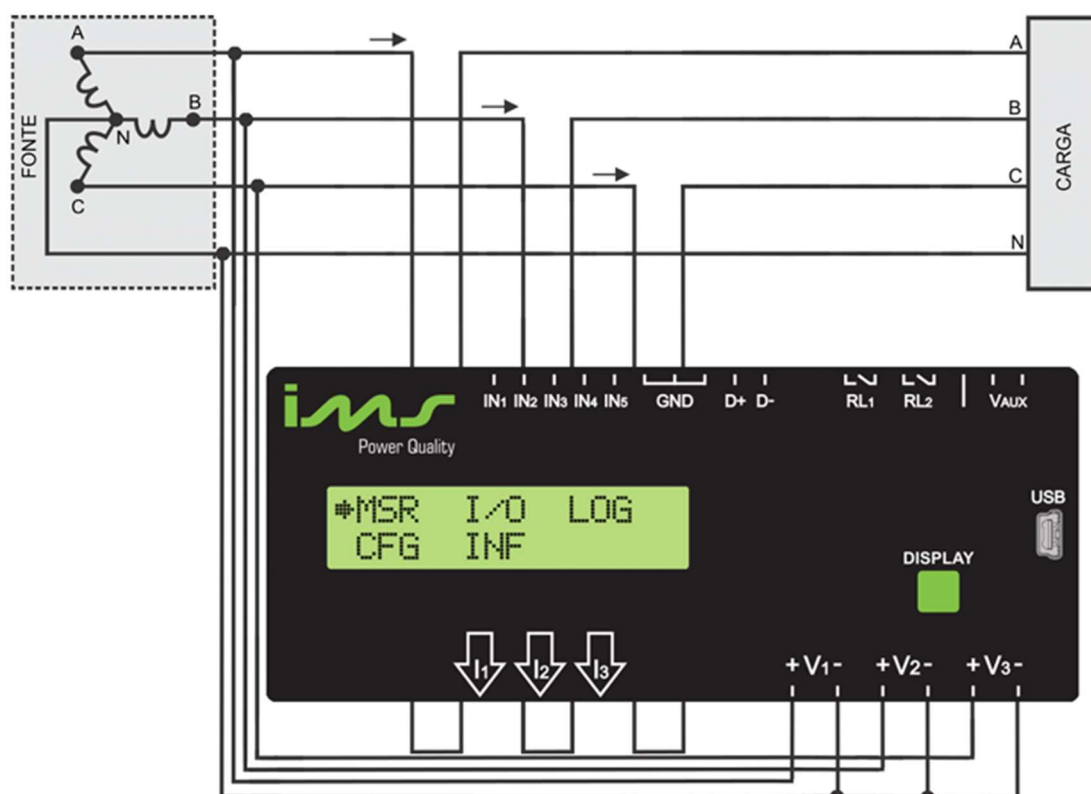
Pensando nisso, a ideia central desta pesquisa é retirar os tradicionais controles remotos dos aparelhos e inserir uma programação que ligue e desligue os aparelhos nos horários estabelecidos e numa temperatura fixa sempre de 23°C. Com isso, iremos mitigar fatores como o funcionamento das máquinas em horários em que o estabelecimento esteja fechado e o uso indevido do equipamento que acaba aumentando seu consumo energético.

3.1.1.1 INSTALAÇÃO DOS MEDIDORES E CONTROLADOR INTELIGENTE

Inicialmente será feita uma verificação no quadro geral de baixa tensão para identificar os cabos dos circuitos que alimentam os dois aparelhos de ar-condicionado. Após a identificação, serão instalados os medidores de energia, que são equipamentos adequados para quantificar o consumo elétrico (SOUZA, 2016). Para o presente estudo, será necessária a instalação destes medidores individualmente para cada circuito, já que a ideia é medir o consumo apenas dos aparelhos que serão automatizados.

Para o caso de equipamentos alimentados por três fases, será utilizado o multimedidor de grandezas elétricas PowerNET T-500 da IMS, que utiliza métodos baseados em normas internacionais para fornecer valores de consumo energético no próprio display ou via software (IMS, 2014, p. 7). A instalação deverá ser feita conforme a Figura 8.

Figura 8 – Esquema de instalação medidor trifásico

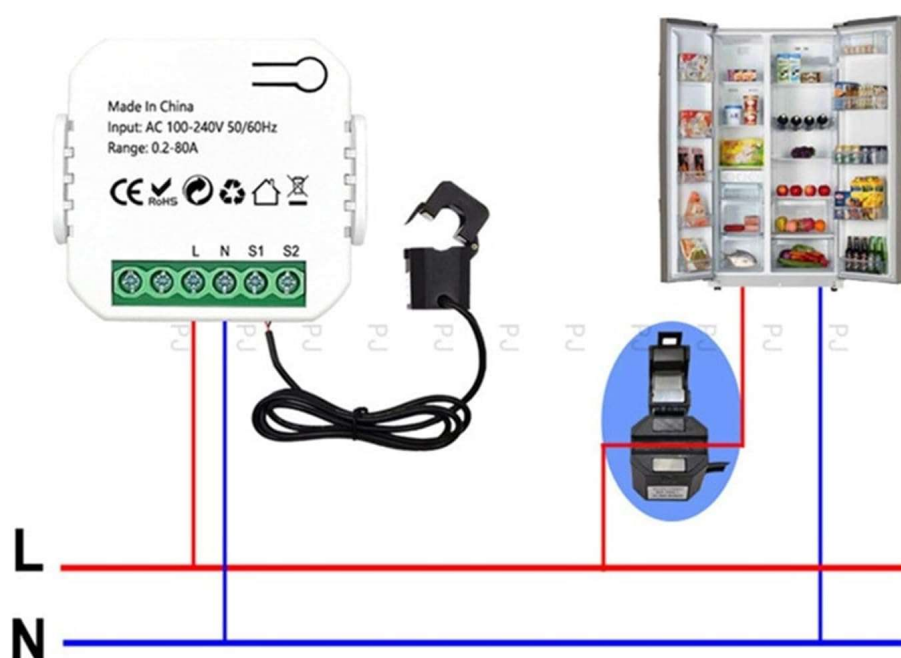


Fonte: IMS SOLUCÕES EM ENERGIA Ltda. 2014

Já para o caso de aparelhos monofásicos, deverá ser utilizado o medidor monofásico conhecido como “WiFi Smart Meter with CT”, fabricado na China,

normalmente integrado à plataforma *Tuya Smart (Smart Life)* para casas inteligentes, um produto OEM amplamente distribuído via marketplaces, por isso, a marca estampada pode variar conforme o vendedor. Este medidor Wi-Fi com transformador de corrente (TC) possui um *design* compacto e foi projetado para monitorar circuitos de baixa tensão residenciais, ele é alimentado diretamente pela rede elétrica e mede corrente via um sensor *clamp* (garra) externo, seu esquema de instalação está ilustrado na Figura 9. Os dados técnicos indicam que o aparelho pode ser conectado a qualquer rede elétrica residencial comum (110–240 V) e monitorar correntes de até 80 A.

Figura 9 – Esquema de instalação medidor monofásico



Fonte: Amazon, 2025

Também será instalado o controle universal da Positivo, que se conecta a internet via *Wi-Fi* e permite controlar aparelhos que operem com controladores físicos infravermelho (controle remoto) em tempo real, sem limitações de distância, necessitando apenas de acesso à internet, esse dispositivo inteligente é capaz de aprender e reproduzir as ondas eletromagnéticas infravermelho utilizadas por qualquer controlador remoto. Para LOMBARDI (2006, p.9):

“A tecnologia *Wireless* infravermelho é usada para pequenas e médias distâncias de comunicação, podendo atingir até vinte metros dependendo das condições do ambiente, do transmissor e receptor utilizados.

A largura de banda utilizada é a mesma tanto no emissor quanto no receptor. A comunicação é intermitente, diminuindo as possibilidades de interferência.”

3.1.1.2 TESTES

Inicialmente, não serão feitas intervenções quanto a rotina de funcionamento dos aparelhos de ar-condicionado, apenas serão coletados os dados de consumo energético sob seu uso padrão com controles físicos e operados por funcionários do estabelecimento durante 7 dias.

Posteriormente, os controladores físicos serão retirados do ambiente e o controle dos aparelhos será feito de forma automática, por meio do aplicativo Positivo Casa Inteligente, da empresa Positivo. O intuito destas ações é maximizar a eficiência energética para o sistema de climatização, evitando que fiquem ligados durante períodos em que a conveniência esteja fechada e mantendo a temperatura constante em 23°C.

A instalação e configuração do Smart Controle Universal da Positivo é simples e intuitiva, sendo realizada através do aplicativo Positivo Casa Inteligente, disponível gratuitamente nas lojas Google Play e App Store. Após instalar o aplicativo e criar uma conta, o usuário deve conectar o dispositivo à energia e pressionar o botão de reset por 5 segundos para entrar no modo de configuração. O LED começará a piscar rapidamente, indicando que está pronto para ser emparelhado.

No aplicativo, deve-se selecionar a opção "Smart Controle Universal" e seguir os passos indicados para conectar o aparelho à rede Wi-Fi de 2.4 GHz. A configuração pode ser feita por biblioteca existente, escolhendo o modelo do equipamento a ser controlado, ou pelo modo de aprendizado, no qual o controle remoto original envia comandos para o controle universal, que os armazena.

Após a configuração, é possível controlar dispositivos infravermelhos, como televisores e ar-condicionado, com cobertura de 360° e alcance de até 8 metros, além de criar cenas inteligentes integradas a outros dispositivos da linha Positivo

Após a etapa da instalação dos medidores e dispositivos inteligentes, inicia-se a coleta de dados. Para os medidores monofásicos, os valores referentes ao

consumo energético, em kWh, ficam disponíveis no aplicativo *Smart Life*. Este software permite a comunicação e a programação entre dispositivos conectados à internet (IoT) e parâmetros definidos pelo usuário, a interface do software é intuitiva e simplificada, lá estarão disponíveis os dados de consumo energético, também em kWh. Já para o medidor trifásico, os dados de consumo energético serão coletados diretamente no display do medidor, com leituras realizadas diariamente sempre no mesmo horário (19h). No display do medidor trifásico é exibido o consumo de Potência por unidade de tempo em Wh, para chegarmos ao consumo diário em Kwh, basta subtrair a leitura atual da leitura do dia anterior e dividir por mil (Equação 1).

$$\Delta = \frac{(Wh_n - Wh_{n-1})}{1000} \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

Δ = Consumo no dia n em kWh

Wh_n = Leitura em Wh no dia n

Wh_{n-1} = Leitura em Wh no dia anterior ao dia n

Serão feitos registros fotográficos e todas as leituras nos períodos de testes, será utilizado o software de criação de planilhas, da Microsoft, o Excel para armazenar e tratar esses dados. Serão criados 3 gráficos para cada conjunto de dados de um aparelho de ar-condicionado, um gráfico principal, que será utilizado duas vezes (um gráfico para cada semana de teste), com os dados de consumos diários e acumulados para cada dia e um segundo gráfico comparando os consumos antes e depois da automação.

3.1.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Foi utilizado o software Netuno 4, desenvolvido no Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, do Departamento de Engenharia Civil da Universidade, para as etapas envolvidas no desenvolvimento do sistema de captação de águas pluviais, do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

3.1.2.1 SOFTWARE

Segundo Ghisi *et al.* (2014, p. 5):

“O Netuno é um programa computacional utilizado para simulação de sistemas de captação de águas pluviais. Através de dados que permitem uma modelagem adequada do sistema são apresentados resultados como a relação entre o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial e a capacidade do reservatório, o volume extravasado de água pluvial, entre outros. Como os dados de precipitação devem ser fornecidos em uma base diária, as simulações são calculadas nessa base e os resultados são apresentados em base diária e mensal, a fim de facilitar a análise de comportamentos sazonais do sistema de captação de águas pluviais.

A metodologia utilizada baseia-se em modelos comportamentais, ou seja, a simulação é feita para um conjunto de variáveis conhecidas. Esses modelos diferem, por exemplo, de modelos estocásticos.

Além da simulação de sistemas de captação de águas pluviais, o Netuno também permite a realização de análises econômicas para o sistema simulado. Com a detalhada modelagem desenvolvida, pode-se obter estimativas precisas dos custos e economias envolvidos.”

3.1.2.2 LEVANTAMENTO DA OFERTA PLUVIOMÉTRICA

Os dados diários de precipitação utilizados no presente estudo foram obtidos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), através do Portal HidroWeb. Os dados correspondem a série histórica de 20 anos entre 1989 e 2019. As características do posto pluviométrico utilizado são apresentadas no quadro abaixo.

Quadro 1 – Características da estação pluviométrica

CÓDIGO	NOME DA ESTAÇÃO	BACIA	ESTADO	MUNICÍPIO
	MACEIÓ (Tabuleiro)	3 - ATLÂNTICO, TRECHO NORTE/NORDESTE	ALAGOAS	MACEIÓ
935004	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE (M)	OPERADORA
	-9.5511	-35,77	64.5	INMET

Fonte: adaptao de HidroWeb, 2025

3.1.2.3 ÁREA DE CAPTAÇÃO E COEFICIENTE SUPERFICIAL DE ESCOAMENTO

A área de captação de água pluvial é dada pela soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem as águas para determinado ponto da

instalação representada pela projeção horizontal da cobertura da edificação (ABNT, 1989). A unidade da área de captação a ser usada no Netuno é o metro quadrado.

O coeficiente de escoamento superficial é utilizado para representar o percentual do volume total de precipitação que é coletado pelo sistema de água pluvial. Assim, desconsidera-se o volume de água pluvial perdido por absorção principalmente e evaporação ao atingir a superfície de captação. Esse coeficiente depende principalmente do tipo de superfície para captação de água pluvial (Telha cerâmica, telha metálica etc.).

3.1.2.4 LEVANTAMENTO DA DEMANDA DE ÁGUA

Para estimar a quantidade de carros lavados ao dia analisou-se os lava-jatos presentes na cidade que em média atendem 20 carros por dia. Essa média de veículos também é apresentada pelo site da VONIXX (2022) que é especialista no ramo. Logo, esse valor serviu como base para o empreendimento de estudo.

Em relação à quantidade de água gasta em cada lavagem de carro, esta pode variar conforme as formas de lavagem e o tamanho do carro, de forma que para cada tipo de lavagem e automóvel gasta-se um volume de água diferente, sendo este volume proporcional à quantidade de veículos (BADOTTI, 2020). O futuro lava-jato em estudo será do tipo tradicional e a sua lavagem será manual. Almeida *et al.* (2020) conceitua esse método como uma lavagem feita manualmente no veículo, utilizando os devidos produtos químicos para a lavagem, um acessório de limpeza (como um pano, esponja ou luvas específicas para a limpeza) e o auxílio de uma lavadora móvel de pressão para lançar jatos ou mesmo uma mangueira de alta pressão. Estudos como o de Badotti (2020) indicam que o consumo de água gasto para cada veículo pode ser adotado com valor de 125 litros. Portanto, adotou-se este valor de água gastos em uma lavagem. Com base nesses dois dados - número de carros lavados ao dia e quantidade de água gasta em cada carro – a vazão diária no lava-jato pode ser de 2.500 L/dia ou 2,5 m³/dia.

O software Netuno 4 calcula a demanda total de água necessária para atender uma determinada quantidade de pessoas, o usuário fornece o consumo em litros per

capita/dia e o número de moradores. Para o caso do lava-jato, iremos considerar uma lavagem de carro como uma pessoa.

3.1.2.5 DIMENSIONAMENTO DE CALHAS E CONDUTORES VERTICAIS

O dimensionamento das calhas e condutores verticais será feito com base na NBR 10844 – Instalações prediais de águas pluviais de modo a atender a demanda para uma intensidade de chuva com tempo de retorno de 25 anos, que é o recomendado para coberturas e áreas onde empoçamento ou extravasamento não possa ser tolerado, dessa forma também é mitigada a possibilidade de a calha vir a transbordar e gerar um acúmulo de água na cobertura que não foi dimensionada para atender as solicitações internas geradas pelo acréscimo de carga resultante do peso da lâmina d'água. Os dados de intensidade da chuva serão coletados a partir do Atlas pluviométrico do Brasil, com a duração da precipitação fixada em $t = 5$ min, como direciona a norma a técnica diretriz do projeto. Em posse dos dados acima, por meio da equação 2, será obtida a vazão de projeto em L/min.

$$Q = \frac{I \cdot A}{60} \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

Q= Vazão de projeto, em L/min

I=intensidade pluviométrica, em mm/h

A= área de contribuição, em m^2

A tabela presente na Figura 10 fornece as capacidades de calhas semicirculares, usando coeficiente de rugosidade $n = 0,011$ para alguns valores de declividade. Os valores foram calculados utilizando a fórmula de Manning-Strickler, com lâmina de água igual à metade do diâmetro interno.

Figura 10 – Tabela de capacidade de vazão para calhas com diâmetro semicircular

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1 %	2 %
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Fonte: ABNT, 1989

Os condutores verticais devem ser dimensionados a partir dos dados de Vazão de projeto (em L/min), Altura da lâmina d'água na calha, em mm (iremos considerar metade do diâmetro interno da calha) e o comprimento do condutor vertical, que será igual ao desnível entre a cota das telhas e o solo (10 metros). Em posse dos dados, consulta-se o ábaco para obter o diâmetro do condutor vertical, que tem seu valor mínimo estabelecido pela NBR 10844 de 70 mm para seções circulares.

3.1.2.6 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO INFERIOR

Para o dimensionamento do reservatório inferior, iremos adotar o volume ideal indicado pelo software netuno. A metodologia empregada pelo software para indicar o volume ideal do reservatório, baseia-se num parâmetro indicado pelo usuário chamado de “Diferença entre potenciais de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial (%/m³)”, a escolha é feita com base na seguinte equação:

$$\frac{\Delta p_{luv}}{\Delta V_{inf}} \leq \Delta_{ideal} (\text{Equação 3})$$

Em que:

Δp_{luv} é a variação no percentual de utilização de água pluvial, em %;

ΔV_{inf} é a variação no volume do reservatório

Δ_{ideal} é a diferença entre potenciais de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial.

3.1.2.7 VIABILIDADE ECONÔMICA

O software Netuno também nos permite verificar a viabilidade financeira do projeto, ao definirmos algumas variáveis, os custos de construção e manutenção e a economia de água potável é possível criar um fluxo de caixa e consequentemente estimar o tempo de retorno do investimento.

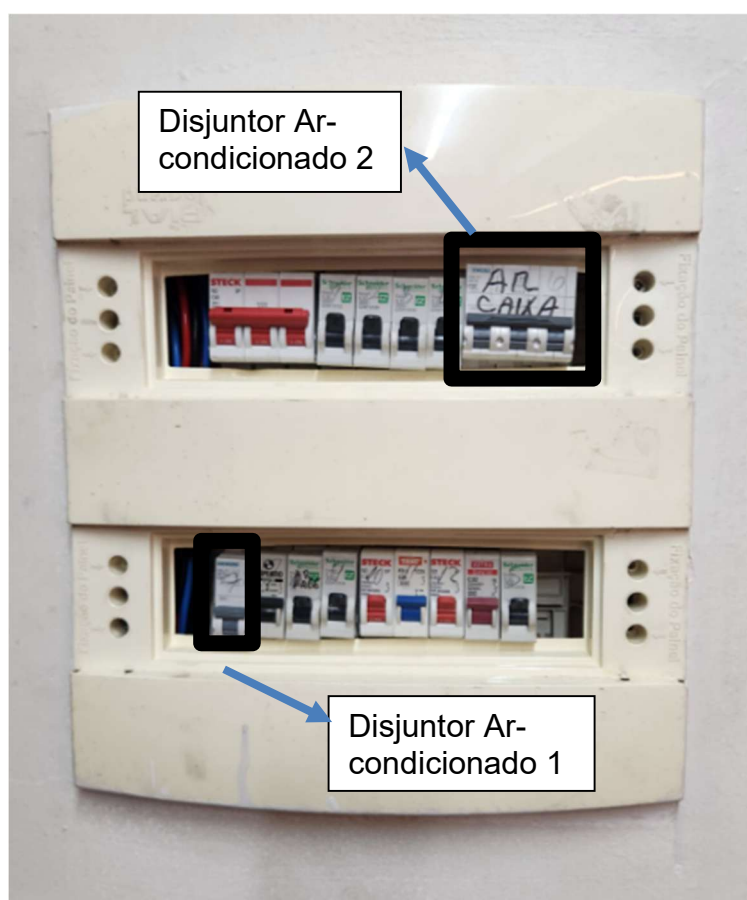
Para Ghisi *et al.* (2014), os custos de um sistema de captação de água pluvial podem ser divididos entre custos iniciais e custos de operação e manutenção. Os custos iniciais são aqueles necessários para que o sistema comece a funcionar, como a construção, os constituintes do sistema (tubos, calhas, reservatório etc.). Já os custos de operação e manutenção são aqueles como desinfecção da área de captação, limpeza do reservatório, limpeza das calhas e tubos e substituição de filtros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 AUTOMAÇÃO EM SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

Após a verificação inicial no quadro geral de baixa tensão da loja de conveniência, foi constatado que os dois aparelhos de ar-condicionado estão instalados em circuitos individualizados, portanto será necessária a instalação de um medidor para cada aparelho. Também foi verificado que um dos aparelhos é monofásico e o outro trifásico, com disjuntores de 20 e 32 amperes respectivamente e cabos de cobre flexíveis com seção de 4 mm². Para fins de identificação, o aparelho trifásico foi nomeado como “Ar-condicionado 2” e o aparelho monofásico como “Ar - condicionado 1”. A localização de cada um dos aparelhos está indicada na planta baixa do estabelecimento (Figura 4).

Figura 11 – Quadro de distribuição da loja de conveniência



Fonte: O autor, 2025

4.1.1 INSTALAÇÃO DOS MEDIDORES E CONTROLE INTELIGENTE

Os medidores foram instalados com êxito de acordo com as instruções dos fabricantes, que estão ilustradas na seção 3.3.2 da corrente pesquisa conforme exibido nas imagens abaixo.

Figura 12 – Medidor monofásico instalado



Fonte: O autor, 2025

Figura 13 – Medidor trifásico instalado



Fonte: O autor, 2025

Figura 14 – “Pinça” medidor monofásico instalada



Fonte: O autor, 2025

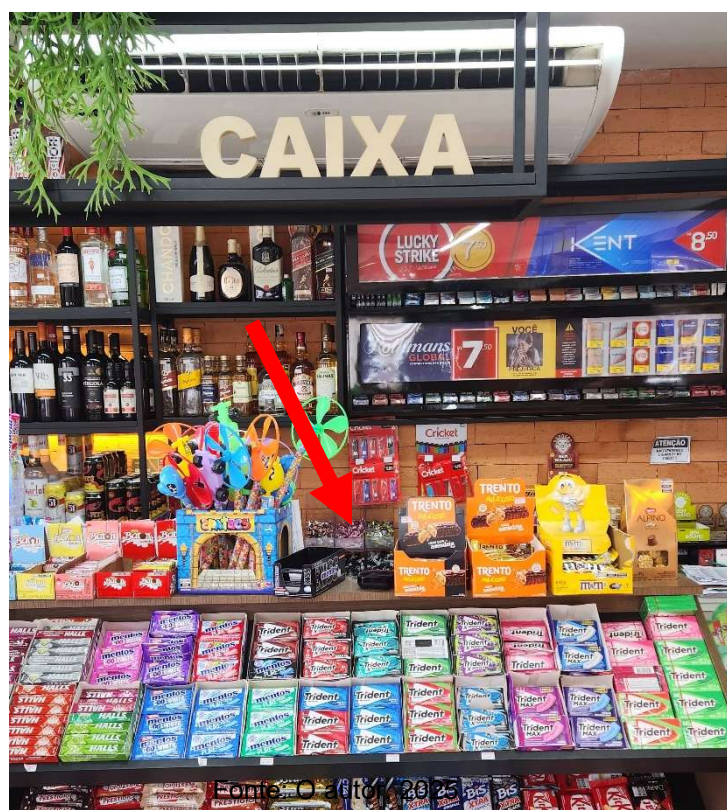
A instalação do Smart Controle Universal foi feita na bancada do caixa da loja. A configuração inicial, realizada via aplicativo Positivo Casa Inteligente, foi concluída sem intercorrências, utilizando a funcionalidade de biblioteca existente para pareamento dos dispositivos.

Figura 15 – Controle universal inteligente



Fonte: O autor, 2025

Figura 16 – Bancada do caixa indicando local de instalação do controle universal inteligente



Fonte: O autor, 2025

Com o controle posicionado em local estratégico, sua cobertura de 360° e alcance de até 8 metros demonstraram-se eficazes, permitindo o acionamento dos dois aparelhos com resposta imediata aos comandos enviados pelo aplicativo. A utilização de cenas personalizadas também foi testada, possibilitando o acionamento automático dos aparelhos em horários programados, otimizando o consumo de energia e promovendo maior conforto térmico no local.

Essa integração contribuiu para a centralização do controle e para a automação de rotinas, promovendo um ambiente mais funcional e alinhado às práticas de eficiência energética e conforto em espaços comerciais.

4.1.2 COLETA DE DADOS E AUTOMAÇÃO

Após instalados os medidores, iniciou-se a coleta de dados. Os testes principais foram realizados em duas semanas. Na semana 1, não foram realizadas quaisquer intervenções com relação a operação das máquinas, apenas foi observado como eram controladas pelos funcionários ao decorrer dos dias. Já na semana 2, os controles físicos foram retirados do ambiente e as máquinas foram operadas por meio do controlador universal inteligente. Os testes foram realizados entre os dias 04/04/2025 e 10/04/2025, na primeira semana, 15/04/2025 e 21/04/2025, na segunda semana, e, 26/04/2025 e 02/05/2025 na terceira semana, totalizando 21 dias.

Todas as imagens contendo os dados de consumo energético, para o caso do medidor monofásico, e as leituras em Wh, para o caso do medidor trifásico, estão dispostas no anexo A do presente estudo. Os dados referentes ao consumo energético do aparelho monofásico podem ser acessados através do *QR code* disposto no anexo B.

4.1.2.1 SEMANA 1

Na semana inicial, apenas foi observado o padrão de controle das máquinas, sem intervenções. Foi perceptível que os colaboradores alteravam a temperatura dos aparelhos conforme era solicitado por clientes. Na grande maioria das vezes, houve a repetição de um padrão, os clientes que se sentavam na direção do ventilador das unidades evaporadoras, se queixavam de frio e as funcionárias desligavam o aparelho

próximo, passado um tempo, geralmente outros clientes se queixavam de calor e então a máquina era ligada novamente e repetia-se o ciclo.

O consumo energético em kWh, para a 1ª semana de testes, das 2 máquinas de climatização está disposto nas Tabelas 1 e 2 abaixo:

Tabela 1: Consumo energético diário do Ar-condicionado 1 na 1ª semana de testes

Dia	Data	Consumo (kWh)	Acumulado (kWh)
Sexta-Feira	04/04/2025	19,40	19,40
Sábado	05/04/2025	21,31	40,71
Domingo	06/04/2025	9,38	50,09
Segunda-Feira	07/04/2025	16,59	66,68
Terça-Feira	08/04/2025	17,20	83,88
Quarta-Feira	09/04/2025	20,75	104,63
Quinta-Feira	10/04/2025	14,49	119,12

Fonte: O autor, 2025

Tabela 2: Consumo energético diário do Ar-condicionado 2 na 1ª semana de testes

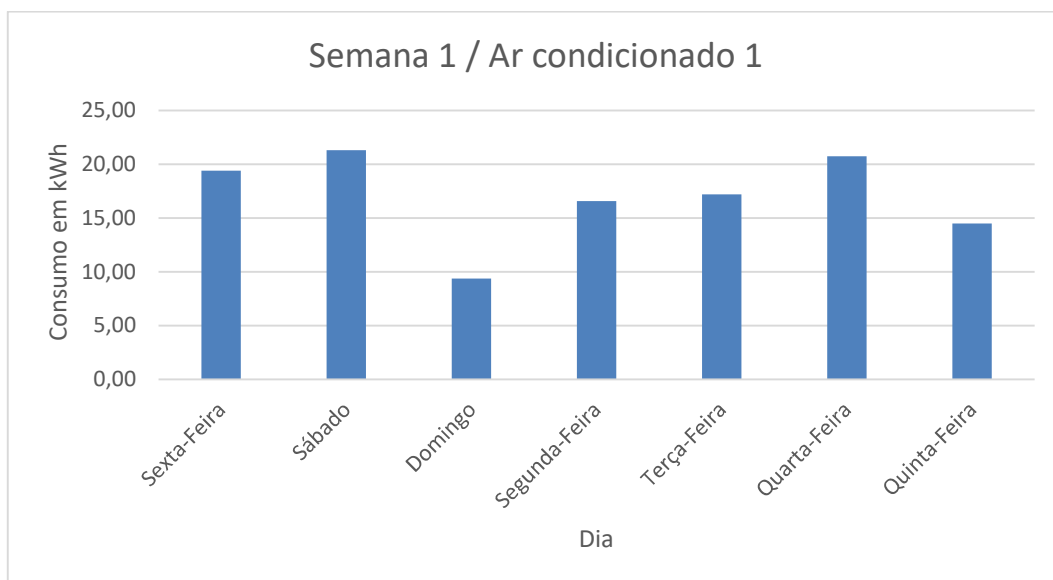
Dia	Data	Leitura (Wh)	Consumo (kWh)	Acumulado (kWh)
Quinta-Feira	03/04/2025	2831266		
Sexta-Feira	04/04/2025	2923352	92,09	92,09
Sábado	05/04/2025	3024247	100,90	192,98
Domingo	06/04/2025	3086612	62,37	255,35
Segunda-Feira	07/04/2025	3175786	89,17	344,52
Terça-Feira	08/04/2025	3276160	100,37	444,89
Quarta-Feira	09/04/2025	3346218	70,06	514,95
Quinta-Feira	10/04/2025	3450727	104,51	619,46

Fonte: O autor, 2025

Inicialmente já é possível confirmar de que o aparelho nomeado como Ar-condicionado 2 é o mais potente e por consequência o mais influente na climatização do ambiente, fato esse que também é possível de imaginar pela enorme diferença entre os tamanhos dos equipamentos. Enquanto o aparelho 1 consumiu 119,12 kWh, a máquina 2 consumiu 619,46 kWh, ou seja, mais de 500% o consumo do aparelho menor.

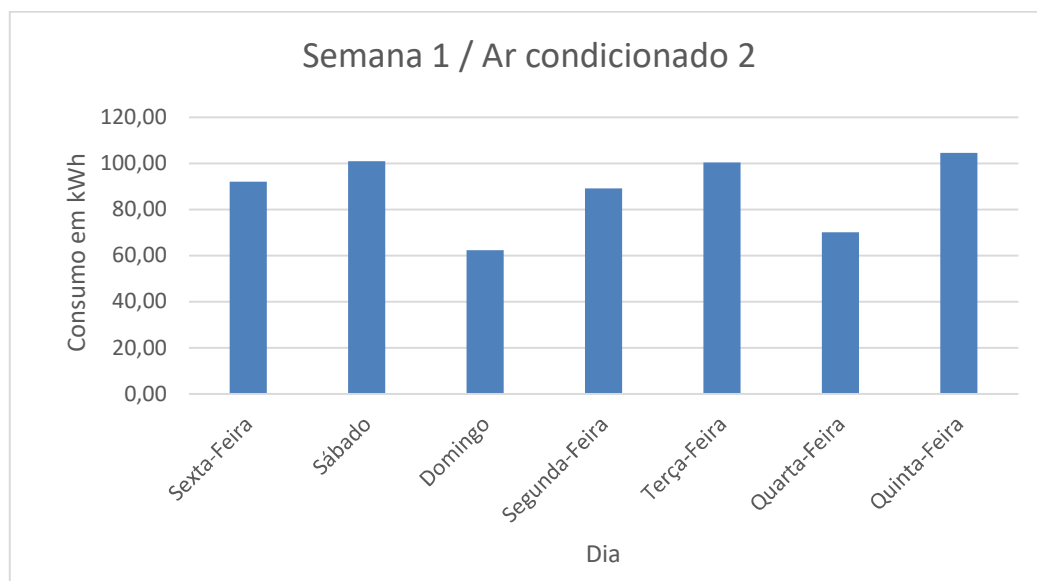
Em posse das tabelas, foram desenvolvidos os gráficos ilustrados nas figuras 17 e 18, que relacionam o consumo energético com os dias da semana para os dois aparelhos de ar-condicionado.

Figura 17 – Gráfico de consumo energético diário 1



Fonte: O autor, 2025

Figura 18 – Gráfico de consumo energético diário 2



Fonte: O autor, 2025

Fica evidente que na semana inicial o domingo foi o dia com menor consumo energético para os dois aparelhos. Isso se deve ao horário de funcionamento reduzido, diferente dos demais dias da semana, em que o estabelecimento abre as 06h e fecha as 22h, no domingo o expediente vai das 07h às 19h, totalizando 4 horas a menos.

Agora que já temos os dados de consumo para cada máquina, foi desenvolvida a Tabela 3 contendo os valores de consumo energético total e o gráfico presente na figura 18 relativo a esses valores.

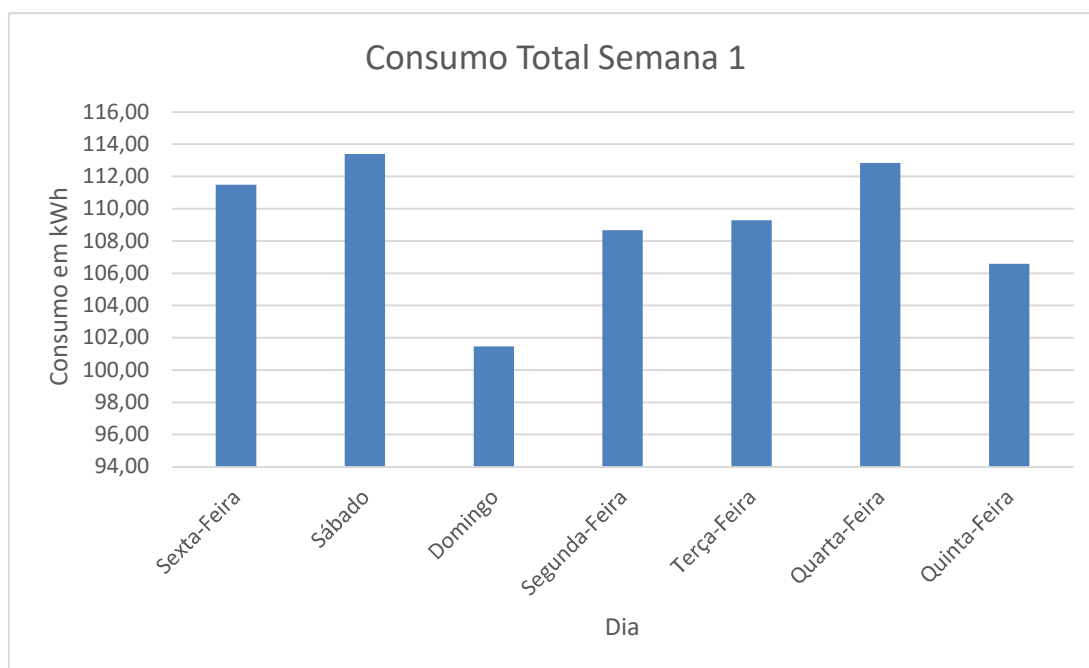
Tabela 3: Consumo diário somado na 1ª semana de testes

Dia	Data	Consumo (kWh)	Acumulado (kWh)
Sexta-Feira	04/04/2025	111,49	111,49
Sábado	05/04/2025	113,40	224,88
Domingo	06/04/2025	101,47	326,35
Segunda-Feira	07/04/2025	108,68	435,02
Terça-Feira	08/04/2025	109,29	544,31
Quarta-Feira	09/04/2025	112,84	657,15

Quinta-Feira	10/04/2025	106,58	763,72
--------------	------------	--------	--------

Fonte: O autor, 2025

Figura 19- Gráfico de consumo diário 3



Fonte: O autor, 2025

Nesta semana inicial, o consumo individual da máquina 2 representou aproximadamente 82% do total, o que reforça a afirmação de que ele é o mais potente e o mais influente na climatização do ambiente.

4.1.2.2 SEMANA 2

Na 2ª semana, o controle dos aparelhos foi feito de forma automática, foi criada uma rotina no aplicativo Positivo Casa Inteligente que ligava as máquinas já na temperatura de 23°C e desligava pouco antes de loja fechar. A configuração da rotina está disposta no Anexo D deste documento. Os valores de consumo energético em kWh na segunda semana de testes para as 2 máquinas condicionadoras de ar estão nas tabelas e gráficos abaixo:

Tabela 4: Consumo energético diário do Ar-condicionado 2 na 2ª semana de testes

Dia	Data	Leitura (Wh)	Consumo (kWh)	Acumulado (kWh)
Segunda-feira	14/04/2025	3807811		
Terça-feira	15/04/2025	3889361	81,55	81,55
Quarta-feira	16/04/2025	3968032	78,67	160,22
Quinta-feira	17/04/2025	4026110	58,08	218,30
Sexta-feira	18/04/2025	4110881	84,77	303,07
Sábado	19/04/2025	4220421	109,54	412,61
Domingo	20/04/2025	4281862	61,44	474,05
Segunda-feira	21/04/2025	4318371	36,51	510,56

Fonte: O autor, 2025

Inicialmente, já é possível verificar uma grande redução no consumo energético para o Ar-condicionado 2, que é o mais potente e o mais influente na climatização do ambiente. Houve uma diminuição de aproximadamente 17,6% em relação ao seu consumo na semana em que era operado manualmente.

Tabela 5: Consumo energético diário do Ar-condicionado 1 na 2ª semana de testes

Dia	Data	Consumo (kWh)	Acumulado (kWh)
Terça-feira	15/04/2025	19,71	19,71
Quarta-feira	16/04/2025	19,60	39,31
Quinta-feira	17/04/2025	19,40	58,71
Sexta-feira	18/04/2025	16,28	74,99
Sábado	19/04/2025	21,19	96,18
Domingo	20/04/2025	18,54	114,72
Segunda-feira	21/04/2025	23,23	137,95

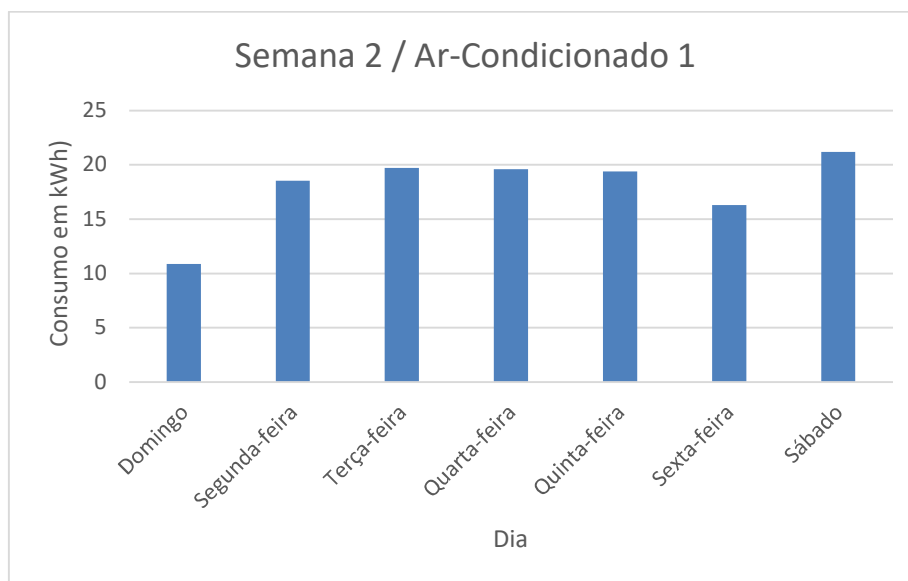
Fonte: O autor, 2025

Já o Ar-condicionado 1, teve um aumento em seu consumo energético, representando um resultado inesperado para o experimento. As principais hipóteses para que mesmo automatizada esta máquina tenha consumido mais potência a cada hora em relação a semana em que estava sendo controlada manualmente são: O aparelho operou por mais tempo, pois não havia controles físicos para desligá-lo durante o expediente. Como o aparelho 2 teve uma queda em sua potência de operação, obrigou a máquina menor a trabalhar mais intensamente, mesmo que para atingir uma temperatura maior.

Segundo Maragoni *et al.* (2015), em aparelhos com a tecnologia convencional, o compressor possui somente 2 funções, ligado ou desligado, já nos aparelhos com tecnologia inverter, a rotação do compressor é controlada para atingir a temperatura desejada, o que pode gerar uma economia de até 30% a 40% de consumo energético em relação aos modelos tradicionais. Além disso, os aparelhos são muito mais precisos no quesito de controle de temperatura, enquanto os modelos convencionais chegam a variar entre $\pm 3^\circ$ Celsius, os modelos mais atuais têm erros de $\pm 0,5^\circ$ Celsius.

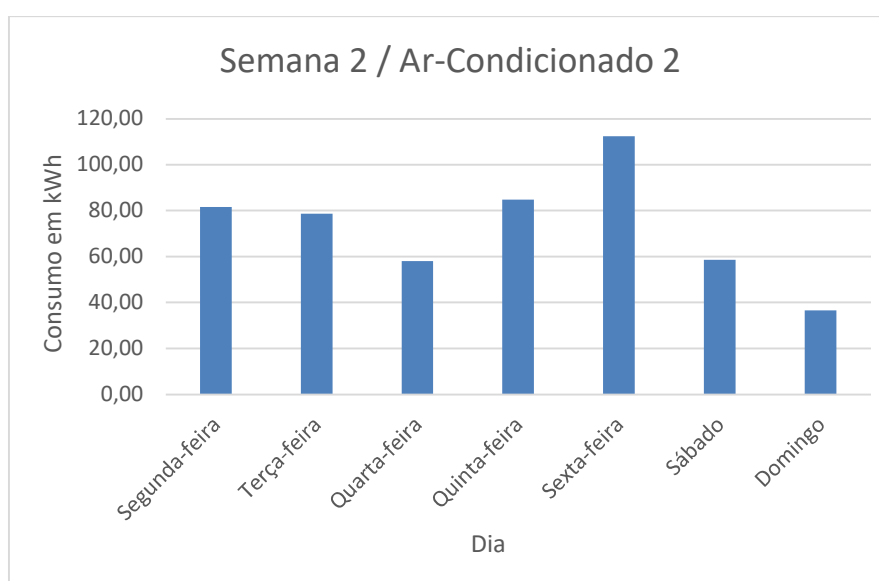
Como exposto no parágrafo anterior, os aparelhos climatizadores com tecnologia inverter, regulam a velocidade do compressor de acordo com a demanda, como na semana em que os aparelhos estavam automatizados o aparelho mais potente e mais antigo reduziu sua potência, é provável que o Ar-condicionado 1 tenha tido maior dificuldade para atingir as temperaturas definidas. Para testar a teoria, será realizada mais uma semana de testes em que o aparelho de número 1 ficou automatizado e o aparelho 2 fixo em 20° C, a expectativa é de que, se correta a teoria, o aparelho menor irá consumir menos energia do que na semana inicial.

Figura 20 – Gráfico de consumo diário 4



Fonte: O autor, 2025

Figura 21 – Gráfico de consumo diário 5



Fonte: O autor, 2025

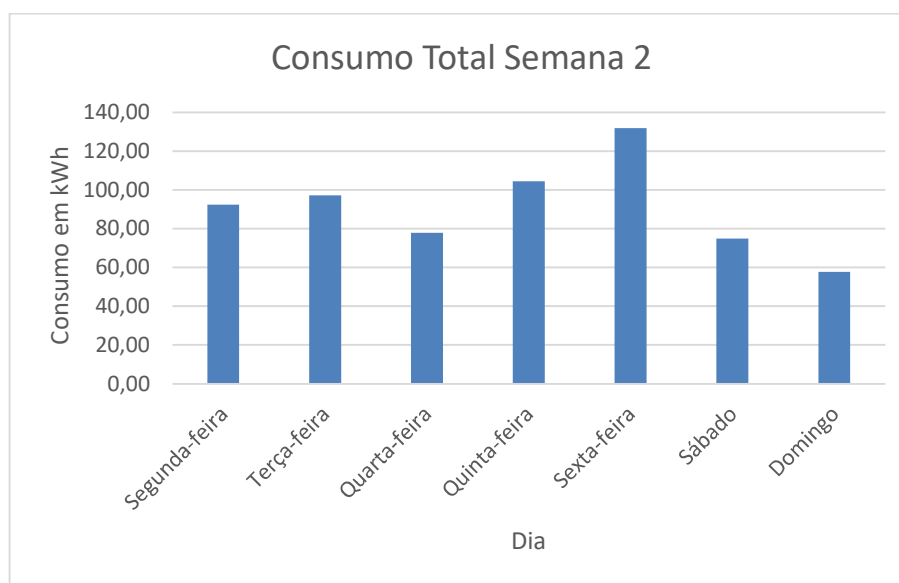
Novamente, os menores consumos ocorreram no domingo devido ao horário de funcionamento reduzido. É possível que na sexta-feira tenha ocorrido alguma falha no comando automático do ar-condicionado 2, tendo em vista seu consumo acima do padrão. Apesar disso, o teste não foi comprometido pois os erros são minimizados pelo fato de termos 7 dias de amostra. Abaixo seguem a tabela e o gráfico que exibem o comportamento dos consumos somados para a segunda semana.

Tabela 6: Tabela de consumo diário somado na 2ª semana de testes

Dia	Data	Consumo (kWh)	Acumulado (kWh)
Segunda-feira	15/04/2025	92,43	92,43
Terça-feira	16/04/2025	97,20	189,63
Quarta-feira	17/04/2025	77,79	267,42
Quinta-feira	18/04/2025	104,37	371,79
Sexta-feira	19/04/2025	131,85	503,64
Sábado	20/04/2025	74,81	578,45
Domingo	21/04/2025	57,70	636,15

Fonte: O autor, 2025

Figura 22 – Gráfico de consumo diário 6



Fonte: O autor, 2025

4.1.2.3 SEMANA 3

Na terceira semana de testes, realizada entre os dias 26 de abril e 02 de maio, optou-se por não coletar novamente os dados do Ar-condicionado 2 (trifásico antigo), uma vez que suas características energéticas já haviam sido suficientemente analisadas e consolidadas anteriormente. Nesta etapa adicional, ambos os aparelhos continuaram operando de forma automatizada, porém com temperaturas distintas: o

Ar-condicionado 1 (monofásico inverter) permaneceu configurado em 23 °C, enquanto o Ar-condicionado 2 (trifásico antigo) teve sua temperatura fixada em 20 °C.

A hipótese testada é que o leve aumento observado anteriormente no consumo do Ar 1 está diretamente associado ao ajuste da temperatura mais elevada (23 °C) imposto pela automação no Ar 2, que, por ser mais potente e responsável pela maior parcela da climatização do ambiente, passou a contribuir menos no resfriamento total quando configurado em uma temperatura mais alta. Essa condição provavelmente exigiu que o Ar 1 operasse continuamente e com maior esforço para manter o equilíbrio térmico do ambiente, justificando tecnicamente seu consumo ligeiramente superior.

Essa interpretação está alinhada aos estudos de Maragoni *et al.* (2015), que destacam que aparelhos com tecnologia inverter apresentam maior eficiência energética quando trabalham continuamente em condições adequadas de equilíbrio térmico. Contudo, quando submetidos a um cenário em que outro equipamento (no caso, o Ar 2) opera com temperaturas menos favoráveis ao equilíbrio térmico desejado, é natural esperar um aumento pontual no consumo energético dos demais equipamentos automatizados, exatamente como observado no Ar 1.

Os dados relativos ao consumo na terceira semana de teste para o ar-condicionado 1 estão dispostos na tabela e no gráfico abaixo:

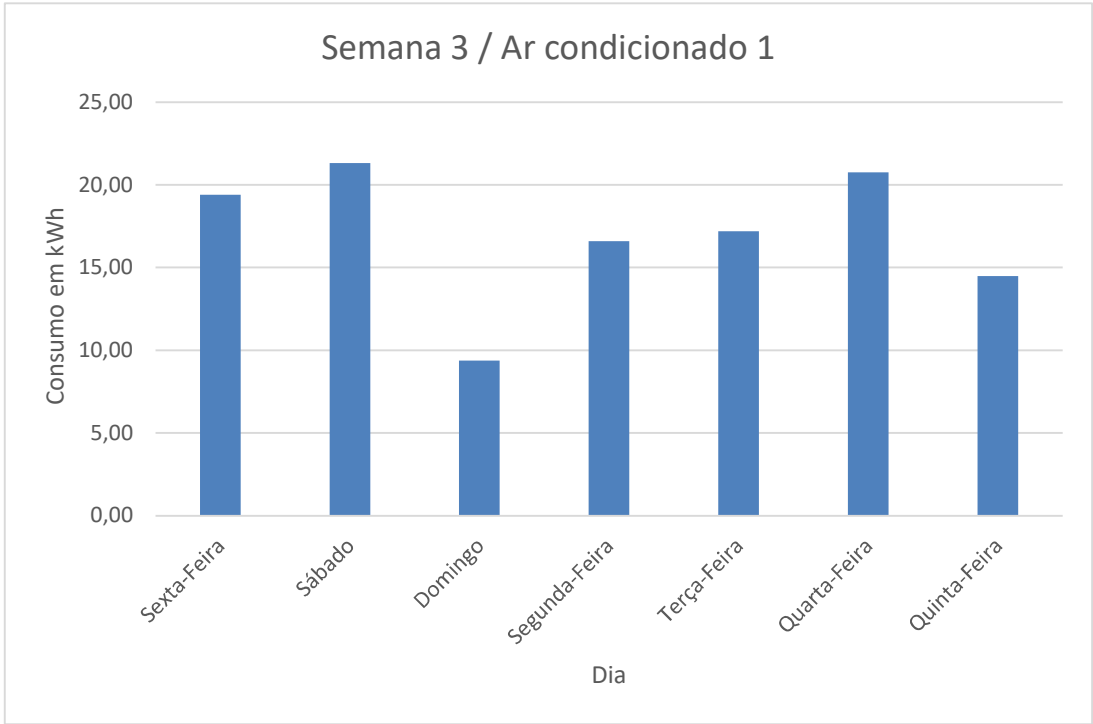
Tabela 7: Consumo diário do Ar-condicionado 1 na 3ª semana de testes

Dia	Data	Consumo (kWh)	Acumulado (kWh)
Sábado	26/04/2025	14,15	14,15
Domingo	27/04/2025	18,93	33,08
Segunda-feira	28/04/2025	17,26	50,34
Terça-feira	29/04/2025	14,20	64,54
Quarta-feira	30/04/2025	13,56	78,10
Quinta-feira	01/05/2025	10,52	88,62

Sexta-feira	02/05/2025	17,59	106,21
-------------	------------	-------	--------

Fonte: O autor, 2025

Figura 23 – Gráfico de consumo diário 7



Fonte: O autor, 2025

O consumo total foi de 106,21 kWh, conforme esperado, cerca de 11% a menos do que os 119,12 kWh registrados no primeiro período de testes, evidenciando a influência da temperatura configurada no dispositivo de maior potência no consumo energético do aparelho menor.

4.1.2.4 COMPARATIVOS

Para analisarmos melhor como se deu a redução no consumo energético entre as 2 semanas iniciais de testes, foi criada a Tabela 8, que expõe os valores relativos à economia diária e total para cada máquina de ar-condicionado e para seus valores somados.

Tabela 8: Tabela de diferenças entre consumos

Consumos			
	Ar-condicionado 1	Ar-condicionado 2	Soma dos consumos das máquinas
	Economia (kWh)	Economia (kWh)	Economia (kWh)
Sexta-Feira	3,12	-20,36	-17,24
Sábado	0,12	42,36	42,48
Domingo	-1,50	25,86	24,36
Segunda-Feira	-1,94	7,62	5,68
Terça-Feira	-2,51	21,70	19,19
Quarta-Feira	1,15	11,98	13,13
Quinta-Feira	-4,91	19,74	14,83
TOTAL:	-6,47	108,90	102,43

Fonte: O autor, 2025

Como demonstrado na seção anterior, devido a diminuição na potência entregue pelo ar-condicionado 2, naturalmente a máquina menor teve mais dificuldade e precisou se esforçar mais mesmo com seu funcionamento automatizado e programado para a temperatura fixa de 23° Celsius. Entretanto, mesmo com a maior contribuição do menor aparelho, a economia gerada pelo outro equipamento compensa esse resultado indesejado, na soma entre os consumos, houve uma redução de 102,43 kWh, cerca de 14% do total.

Este resultado indica benefícios econômicos e energéticos, para sistemas de climatização, com a inserção de tecnologias de automação por meio de dispositivos inteligentes. Considerando o valor do kWh praticado pela concessionária de distribuição de energia atuante em Alagoas, para o grupo comercial, que é de R\$/kWh 0,86293 (Equatorial, 2025), a economia financeira bruta seria por volta de R\$ 88,00 a cada 7 dias.

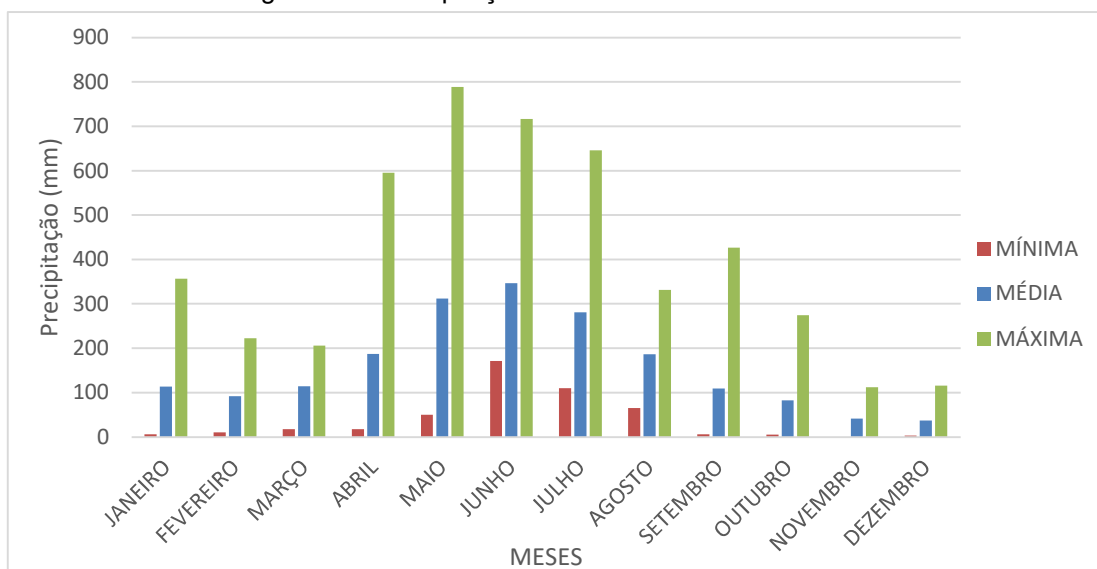
Vale mencionar que não foi realizada uma pesquisa com relação à satisfação dos clientes com relação a temperatura no ambiente pois os dados indicam que a temperatura de 23° Celsius é confortável inclusive para desenvolvimento de atividades intelectuais. Além disso, este fator de aceitação do público é mais relevante em estabelecimentos comerciais que recebem clientes para consumir no local, levando para o contexto de um escritório ou uma residência, esse fator não seria tão relevante.

4.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

4.2.1 OFERTA PLUVIOMÉTRICA NA CIDADE DE MACEIÓ

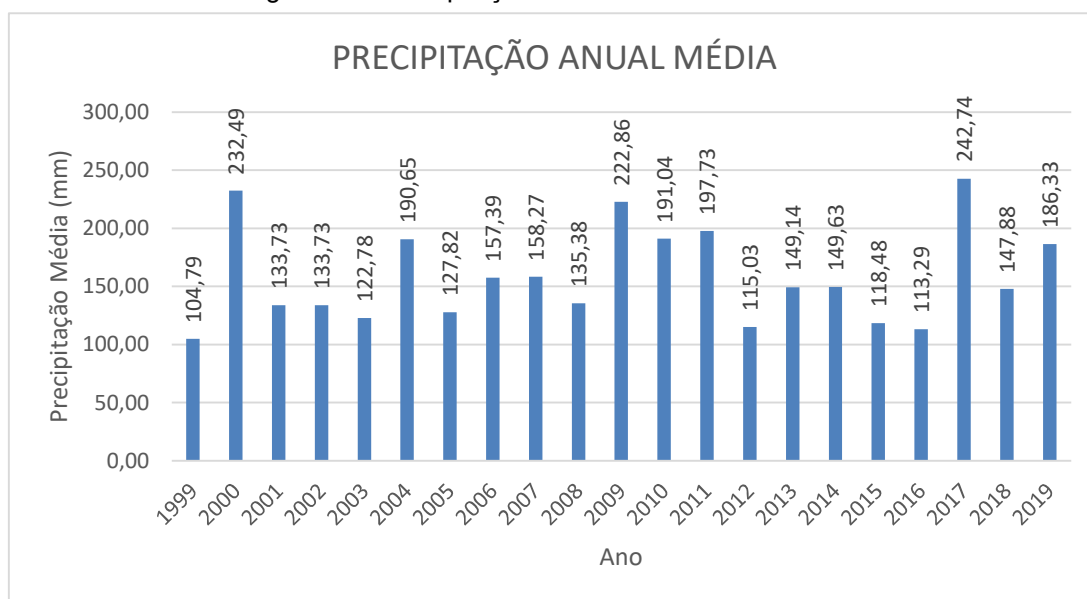
As figuras 24 e 25 foram obtidas através do tratamento dos dados coletados na estação pluviométrica de número 935004, obtido pelo site do *HidroWeb*, além disso, foi utilizado o *software Excel* para gerar os gráficos.

Figura 24 – Precipitação média mensal em Maceió-AL



Fonte: O autor, 2025

Figura 25 – Precipitação média anual em Maceió-AL



Fonte: O autor, 2025

Analisando o gráfico ilustrado na Figura 24, verifica-se que, na média, os meses de maio, junho e julho são os mais chuvosos e têm as maiores precipitações máximas. Já os meses com as menores precipitações são outubro, novembro e dezembro.

Ao analisar os dados com a precipitação média anual (Figura 25), verifica-se que os dois anos com as maiores precipitações são os anos de 2017 e 2000. Já para os anos de 1999, 2012, 2016 e 2017 se obteve os menores índices pluviométricos anuais médios.

Dessa forma, nota-se um padrão de comportamento anual das chuvas em Maceió, com um período chuvoso do outono ao começo do inverno e um período de estiagem da primavera ao verão. A partir desta análise, é possível concluir que o dimensionamento do reservatório inferior pode ser feito a partir da média de chuvas do período mais chuvoso, entre os meses de maio e julho.

4.2.2 ÁREA DE CAPTAÇÃO E COEFICIENTE SUPERFICIAL DE ESCOAMENTO

A captação das águas pluviais pode ser feita em diversos locais, desde que tenham sua área exposta a incidência das chuvas. No entanto, é preferível que para o uso humano, mesmo que para fins não potáveis, essa coleta aconteça em telhados ou coberturas que não tenham tráfego de veículos, animais ou pessoas por haver

menor incidência de possíveis contaminantes e poluentes. Além disso, também é preferível que a captação esteja em um local com cota mais alta que o reservatório, para que possamos fazer o transporte da água por gravidade.

A área de captação considerada é a área da coberta, composta por telhas metálicas, que sobrepõe as 4 bombas de gasolina, que tem dimensões lineares de 22 metros de comprimento por 18 metros de largura, totalizando uma área de 396 metros quadrados para a captação das águas pluviais. Existe outra área coberta no posto, uma laje que fica sobre a loja de conveniência e a sede administrativa, porém, já existe um sistema de geração própria de energia por meio de placas fotovoltaicas instalado ali.

Figura 26 – Vista do telhado com suas dimensões



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2025

As dimensões aproximadas foram obtidas através do *software Google Earth*, onde foram traçadas linhas de medida na cobertura e os valores que a plataforma retornou foram aproximados para o número inteiro imediatamente anterior, descartando a parcela fracionária.

De acordo com FERREIRA (2024), para telhas corrugadas de metal, o coeficiente de escoamento superficial varia entre 0,8 e 0,9. Sendo assim, será adotado o valor de 0,9 para o presente trabalho, visando a obtenção de um sistema de captação mais eficiente.

4.2.3 DIMENSIONAMENTO CALHAS E CONDUTORES VERTICAIS

A tabela presente na Figura 27, expõe os dados de intensidade da chuva em mm/hora para a cidade de Maceió, com duração e tempo de retorno da chuva variando.

Figura 27 – Tabela de dados de intensidade das chuvas em Maceió-AL

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
5 Minutos	75,2	91,7	106,4	116,2	123,6	129,7	134,9	143,5	150,6	156,6	164,3	170,9	174,9
10 Minutos	62,3	75,9	88,1	96,2	102,3	107,4	111,7	118,8	124,7	129,7	136,1	141,5	144,8
15 Minutos	55,8	68,0	78,9	86,1	91,6	96,2	100,0	106,4	111,7	116,1	121,9	126,7	129,7
20 Minutos	51,6	62,8	73,0	79,6	84,7	88,9	92,5	98,4	103,3	107,4	112,7	117,2	119,9
30 Minutos	46,2	56,3	65,4	71,3	75,9	79,6	82,8	88,1	92,5	96,2	100,9	105,0	107,4
45 Minutos	41,4	50,4	58,5	63,9	68,0	71,3	74,2	78,9	82,8	86,1	90,4	94,0	96,1
1 HORA	38,2	46,6	54,1	59,1	62,8	65,9	68,6	73,0	76,6	79,6	83,6	86,9	88,9
2 HORAS	26,2	31,8	36,8	40,1	42,7	44,7	46,5	49,4	51,8	53,9	56,5	58,7	60,0
3 HORAS	20,1	24,4	28,3	30,9	32,8	34,4	35,8	38,0	39,8	41,4	43,4	45,1	46,2
4 HORAS	16,6	20,1	23,3	25,4	27,0	28,3	29,4	31,3	32,8	34,1	35,7	37,1	38,0
5 HORAS	14,2	17,2	19,9	21,7	23,1	24,2	25,2	26,8	28,1	29,2	30,6	31,8	32,5
6 HORAS	12,5	15,1	17,5	19,1	20,3	21,3	22,1	23,5	24,7	25,6	26,9	27,9	28,6
7 HORAS	11,2	13,5	15,7	17,1	18,2	19,1	19,8	21,1	22,1	22,9	24,1	25,0	25,6
8 HORAS	10,1	12,3	14,2	15,5	16,5	17,3	18,0	19,1	20,0	20,8	21,8	22,7	23,2
12 HORAS	7,5	9,1	10,6	11,5	12,3	12,9	13,4	14,2	14,9	15,5	16,2	16,9	17,2
14 HORAS	6,7	8,1	9,4	10,3	10,9	11,5	11,9	12,7	13,3	13,8	14,5	15,0	15,4
20 HORAS	5,1	6,2	7,2	7,9	8,4	8,8	9,1	9,7	10,2	10,6	11,1	11,5	11,8
24 HORAS	4,5	5,4	6,3	6,9	7,3	7,7	8,0	8,5	8,9	9,2	9,7	10,1	10,3

Fonte: Atlas pluviométrico do Brasil, 2015

Logo, para chuvas, com tempo de retorno de 25 anos e duração de 5 minutos, temos uma chuva de intensidade pluviométrica $I = 129,7 \text{ mm/h}$. Em posse da intensidade da chuva, a partir da equação 2, é possível estabelecer a vazão de projeto:

$$Q = \frac{I \cdot A}{60}$$

$$Q = \frac{129,7 \cdot 396}{60} = 856,02 \text{ L/min}$$

Considerando que foram adotadas calhas semicirculares com coeficiente de rugosidade $n = 0,011$ e que foi possível assenta-las com 1% de declividade, tendo em vista que a cobertura tem uma “testeira” com aproximadamente 60 cm (Figura 28) estampando a marca da distribuidora de combustíveis, é possível vencer o desnível de 1%, que para o maior lado de 22 metros, resultaria em uma diferença de cota de 22 cm, que acrescido da altura da calha, que é uma vez e meia o diâmetro interno de 20 cm, ou seja, 30 cm de altura, resulta em um sistema com 52 cm de altura necessária.

Figura 28 – Ilustração da testeira



Fonte: Gerada por ChatGPT 4.0 em 02/04/2025

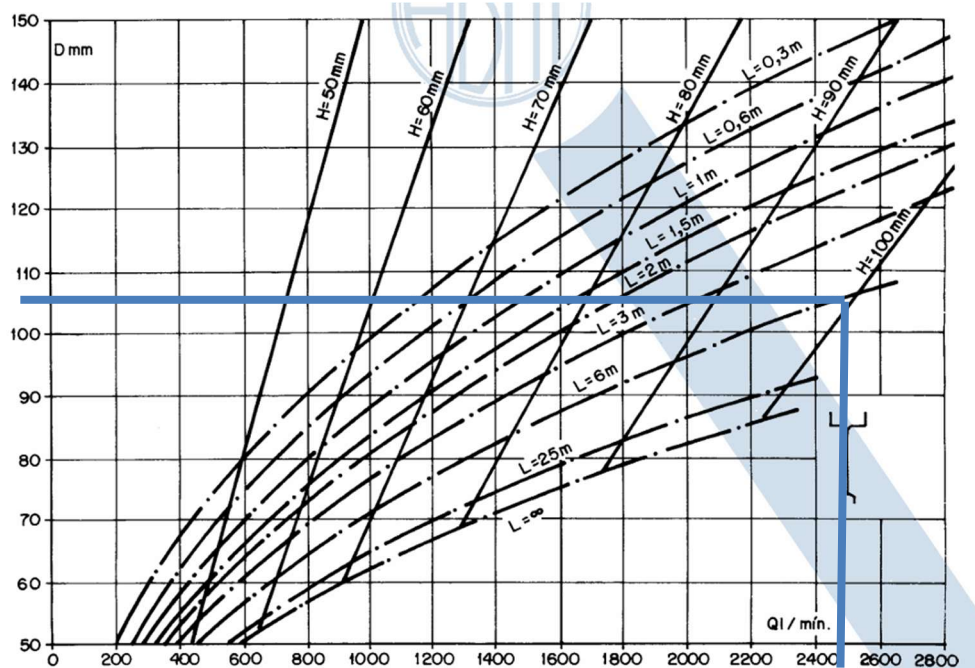
Figura 29 – Indicação de parâmetro utilizado para dimensionar calha

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Fonte: Adaptado de ABNT, 1989

A calha com diâmetro interno de 200 mm atende a vazão de projeto $Q = 856$ L/min. Partindo para o condutor vertical, sabendo que a cobertura tem altura de aproximadamente $L = 5$ metros e a que a altura da lâmina d'água na calha é metade do seu diâmetro ($H=100$ mm), o ábaco da norma técnica indica um diâmetro entre 100 mm e 110 mm, logo, será adotado o condutor vertical com 110 mm de diâmetro.

Figura 30 – Indicação de parâmetros adotados para dimensionar condutor vertical



Fonte: Adaptado de ABNT, 1989

4.2.4 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO INFERIOR

Os dados de entrada requeridos pelo software Netuno 4 são:

- Dados diários de precipitação pluviométrica
- Descarte do escoamento inicial
- Área da superfície de captação
- Demanda diária de água per capita (Para o presente estudo será considerado uma pessoa como um carro)
- Número de carros a serem lavados em um dia
- Coeficiente de escoamento superficial
- Volume máximo para reservatório inferior

Os dados de precipitação foram coletados e reordenados um arquivo csv no formato vetor coluna, com um dado por linha. O descarte do escoamento inicial utilizado foi de 2 mm, conforme recomendado pela NBR 15527, esse procedimento visa melhorar a qualidade da água e mitigar a possível presença de sólidos suspensos e dissolvidos pela água, que estavam acumulados no telhado. O volume máximo estabelecido para o reservatório inferior foi de 30.000 L em decorrência do espaço necessário para armazenar essa quantia de água e o intervalo entre os volumes foi de 500L.

Vale destacar, que a simulação teve como objetivo dimensionar o volume do reservatório inferior de maneira a atingir o melhor custo-benefício do sistema proposto, a simulação se baseia nos parâmetros estabelecidos. A indicação do volume ideal do reservatório basicamente indica um volume que acrescido do intervalo entre volumes, não represente um aumento significativo no aproveitamento da água. Esse procedimento se baseia na equação 3.

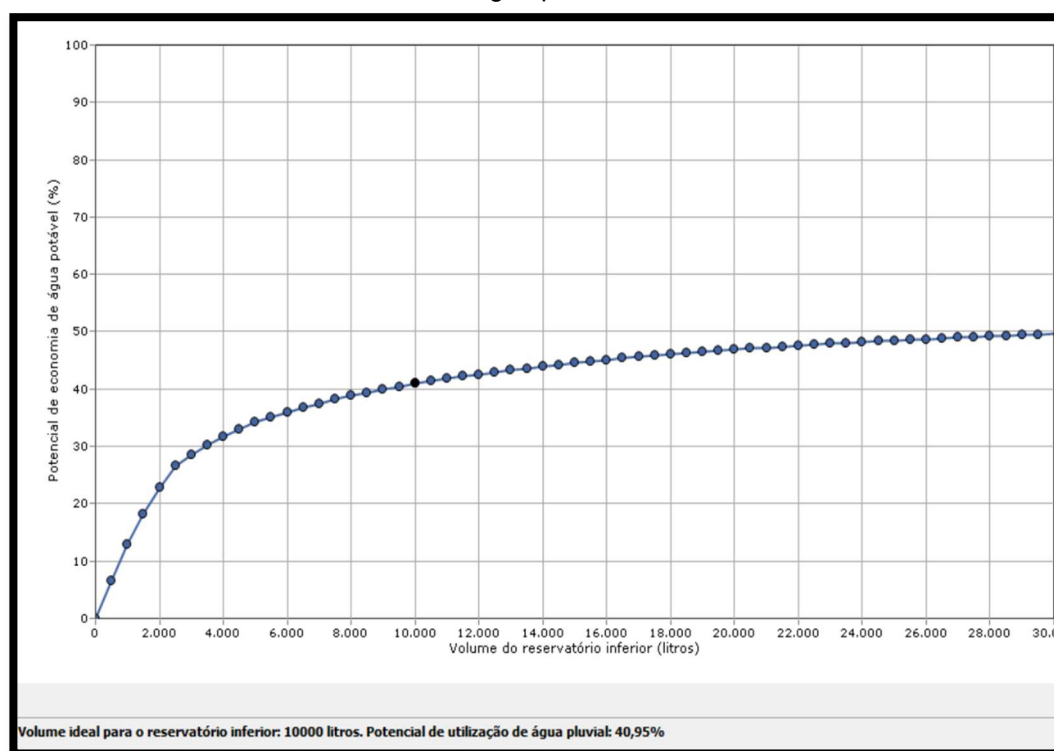
Os valores utilizados como dado de entrada para os parâmetros requeridos pelo software netuno para indicar o volume ideal para o reservatório estão dispostos no Quadro 2.

Quadro 2: Parâmetros de entrada para análise financeira

Dados de entrada	
Área de Captação	396 m ²
Demanda Total de Água (Litros por carro)	125 L
Número de Carros a Lavar por Dia	20
Coeficiente de Escoamento Superficial	0,9
Volume Máximo	30.000 L
Intervalo entre Volumes	500 L
Diferença entre Potenciais de Economia de Água Potável por Meio do Aproveitamento de Água Pluvial (%)	1%
Descarte do Escoamento Inicial	2 mm

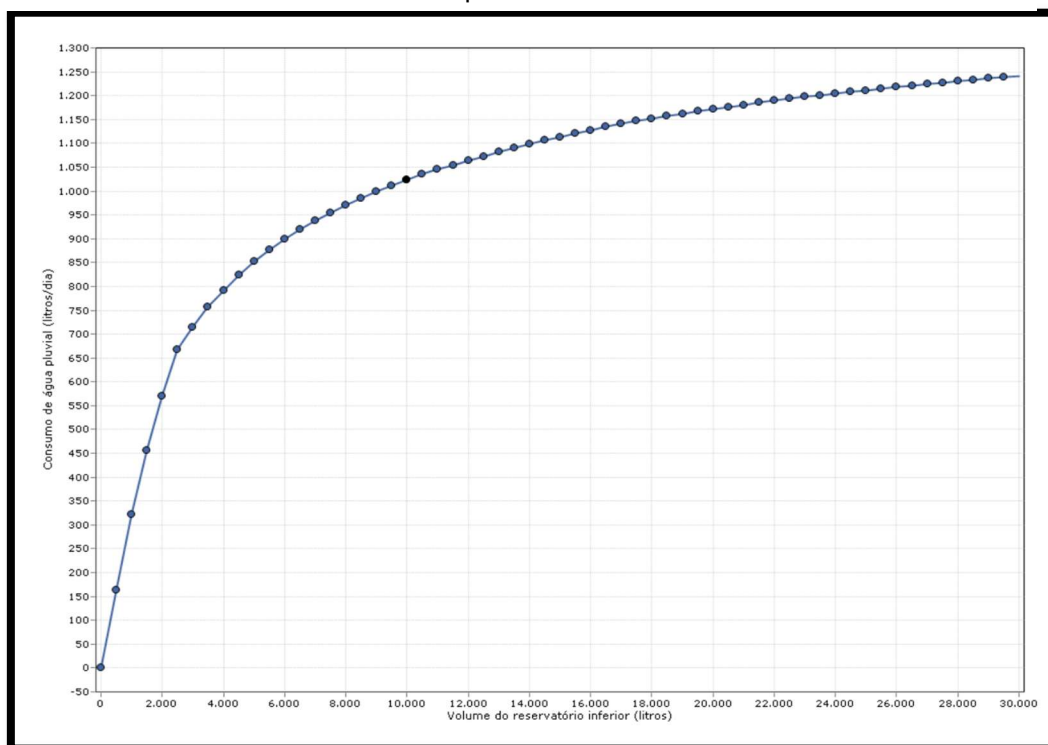
Na Figura 31, temos um dos produtos gerados pelo Netuno, um gráfico de dispersão relacionando o volume do reservatório inferior com o potencial de economia de água potável, também são indicados o volume ideal para o reservatório (10000 litros) e o potencial de economia de água pluvial relacionado a tal volume. No gráfico também temos a indicação do volume ideal do reservatório e seu respectivo potencial de economia de água potável. Já na Figura 32, temos outra dispersão de pontos relacionando o volume do reservatório inferior com o volume de água pluvial que será aproveitado.

Figura 31 - Gráfico de relação entre volume do reservatório com potencial de economia de água potável



Fonte: Gerado por Netuno 4 em 01/05/2025

Figura 32 – Gráfico de relação entre volume do reservatório com consumo de água pluvial

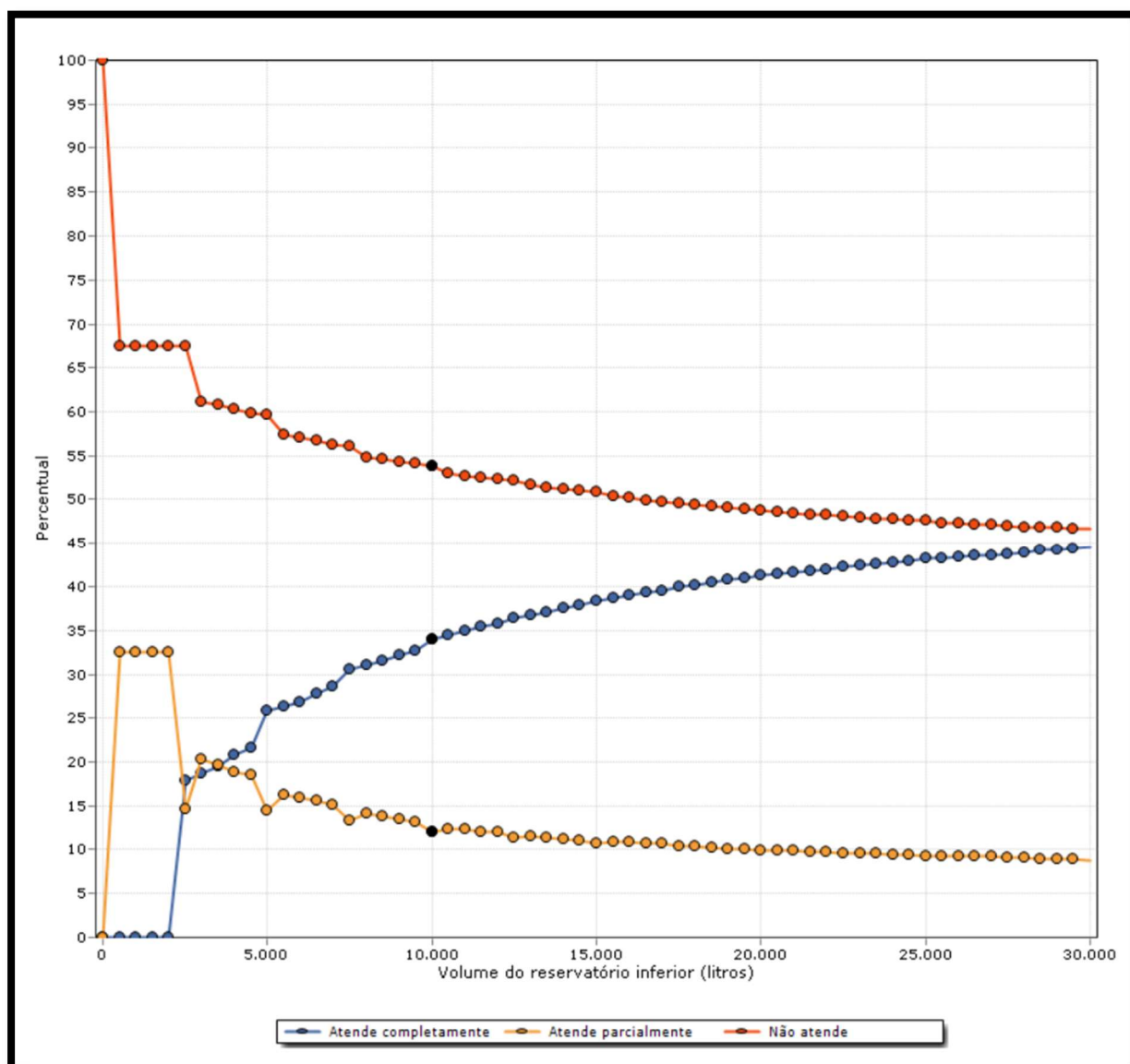


Fonte: Gerado por Netuno 4 em 01/05/2025

A partir da análise dos gráficos acima, é perceptível que a curva se torna quase que um patamar a partir de determinados valores. Isso se dá em decorrência do fato de que as chuvas em Maceió não são bem divididas durante os meses do ano, tornando este volume acrescido quase que irrelevante. Nos meses mais secos essa parcela seria “desnecessária”, pois não choverá o suficiente para aproveitá-la. Ao mesmo tempo que esses acréscimos ainda não comportariam o alto volume extravasado nos meses chuvosos.

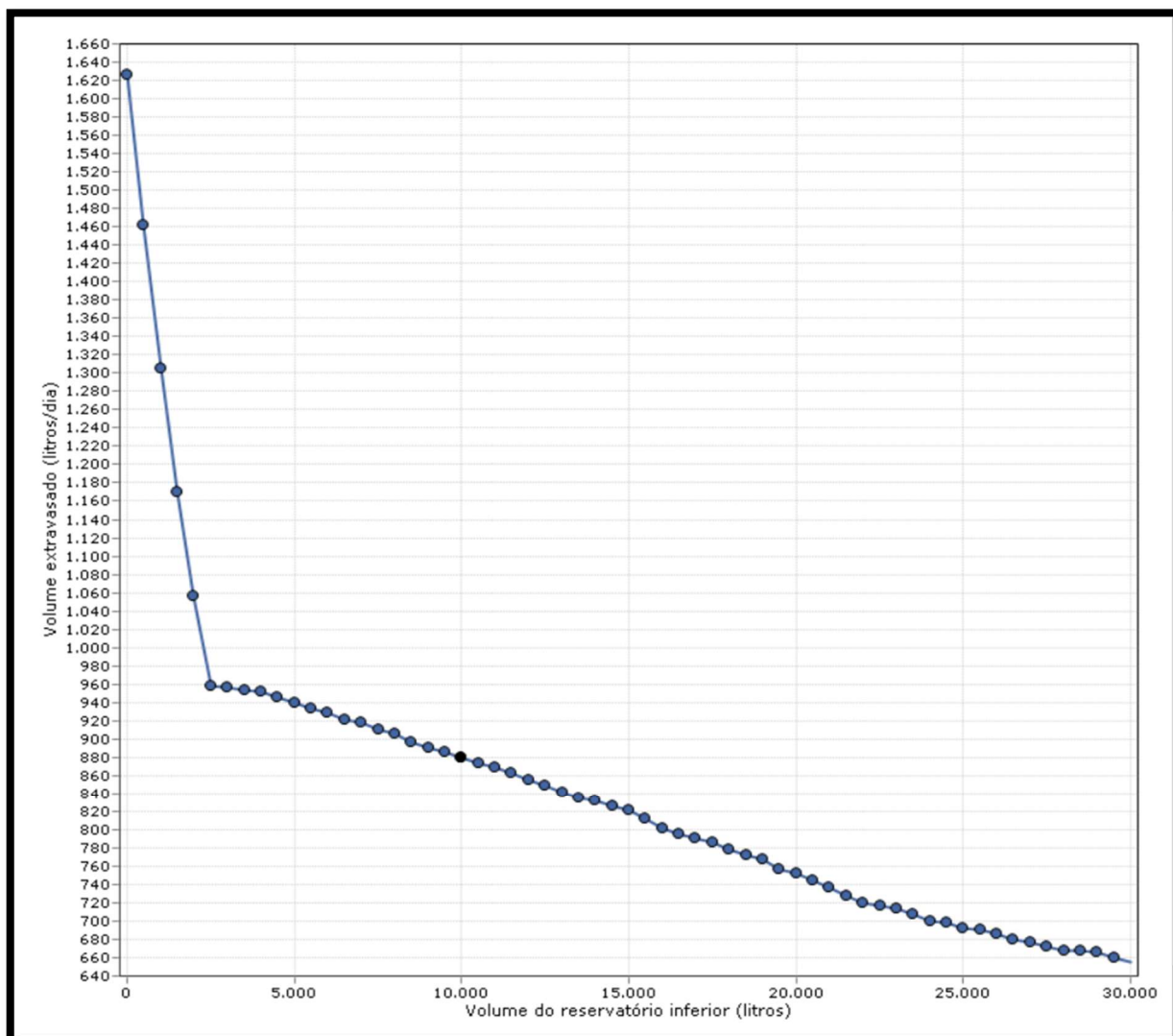
Para definir a capacidade adequada do reservatório inferior, é realizada uma análise baseada nas curvas de aproveitamento que indicam o potencial de economia de água potável, juntamente com o gráfico de atendimento da demanda por água de chuva. A Figura 33 apresenta a distribuição percentual dos dias analisados em que a água pluvial coletada foi suficiente para suprir totalmente, em parte, ou não atendeu à demanda prevista.

Figura 33 – Gráfico de relação entre volume do reservatório e atendimentos a demanda de água



Fonte: Gerado por Netuno 4 em 01/05/2025

Figura 34 – Gráfico de relação entre volume de água pluvial extravasado e volume do reservatório



Fonte: Gerado por Netuno 4 em 01/05/2025

A Figura 34 expõe o gráfico da relação entre o volume extravasado e a capacidade do reservatório, que nada mais é do que a quantidade de água pluvial que não pôde ser captada e aproveitada com o sistema proposto.

Por fim, a Figura 35, é a planilha apresentada pelo software com base nos dados diários de precipitação ao longo de 20 anos, permitindo analisarmos a eficiência do reservatório ao longo do ano.

Figura 35 – Planilha anual de dados de operação do sistema de aproveitamento

Resultado mensal da simulação								
Mês	Potencial de utilização de água pluvial (%)	Volume consumido de água pluvial (litros)	Volume consumido de água potável (litros)	Volume extravasado (litros)	Atendimento completo (%)	Atendimento parcial (%)	Sem atendimento (%)	Média diária de recalques
Janeiro	24,91	622,85	1877,15	422,41	18,43	12,60	68,97	0,00
Fevereiro	18,90	472,39	2027,61	184,73	14,67	8,94	76,39	0,00
Março	18,03	450,66	2049,34	227,07	11,67	11,67	76,65	0,00
Abril	29,94	748,50	1751,50	613,90	23,97	12,06	63,97	0,00
Mai	39,85	996,26	1503,74	786,85	33,07	12,44	54,49	0,00
Junho	40,82	1020,40	1479,60	869,95	33,50	13,00	53,50	0,00
Julho	56,87	1421,79	1078,21	1893,10	51,29	9,52	39,19	0,00
Agosto	62,55	1563,84	936,16	1680,77	55,00	13,23	31,77	0,00
Setembro	61,86	1546,53	953,47	1480,51	53,33	15,00	31,67	0,00
Outubro	61,15	1528,78	971,22	1040,50	55,16	11,29	33,55	0,00
Novembro	47,54	1188,62	1311,38	905,87	40,67	13,17	46,17	0,00
Dezembro	27,32	683,08	1816,92	402,94	19,84	12,10	68,06	0,00
Média	40,95	1023,65	1476,35	880,39	34,05	12,08	53,87	0,00
Total ano		373633	538867	321342				

Fonte: Gerado por Netuno 4 em 01/05/2025

Percebe-se que entre os meses de maio e novembro temos um potencial de utilização de água pluvial acima da média, pois são os meses subsequentes ao período mais chuvoso na cidade de Maceió, e entre os meses de dezembro e abril temos os menores valores percentuais de utilização de água pluvial, em decorrência do período de estiagem, evidenciando uma clara relação com o gráfico de precipitação média mensal exposto na seção 4.2.1.

A média de aproveitamento de água pluvial foi de 34,05%, o volume total consumido ao longo do ano foi de 373.633 L, a média de 1023,65 litros/mês.

4.2.5 VIABILIDADE ECONÔMICA

Para estudarmos a viabilidade econômica do projeto, através do software netuno, será necessário definir alguns parâmetros como tarifa de água e esgoto, a taxa de inflação no período, mês de instalação do sistema de captação, a taxa mínima de atratividade e os custos estimados de implantação e operação do sistema Assunção (2022).

4.2.5.1 TARIFAS DE ÁGUA E ESGOTO

Para estimar o impacto econômico da implementação do sistema de captação de águas pluviais, é necessário determinar o custo mensal atual com abastecimento de água potável e esgotamento sanitário do estabelecimento. Considerando que o

futuro lava-jato atenderá, em média, 20 veículos por dia, e que o volume médio de água utilizado por lavagem será de 125 litros, conforme apontado por Badotti (2020) e SEBRAE (2016), tem-se um consumo diário de 2.500 litros, equivalente a 2,5 m³. Dessa forma, o consumo mensal estimado é de 75 m³.

Segundo a estrutura tarifária vigente em Maceió, em abril de 2025, a categoria comercial apresenta uma tarifa de R\$ 16,439 por metro cúbico para os primeiros 10 m³ consumidos e de R\$ 26,134 por metro cúbico para o volume excedente. A tarifa de esgoto, por sua vez, equivale a 100% do valor da tarifa de água, sendo aplicada sobre o mesmo volume consumido BRK Ambiental (2025).

Aplicando essa estrutura ao consumo mensal de 75 m³, obtém-se os seguintes valores:

- Primeiros 10 m³: $10 \times \text{R\$ } 16,439 = \text{R\$ } 164,39$;
- Excedente (65 m³): $65 \times \text{R\$ } 26,134 = \text{R\$ } 1.698,71$;
- Total com água: R\$ 1.863,10;
- Esgoto (100% da água): R\$ 1.863,10.

Portanto, o custo total mensal com água e esgoto é de R\$ 3.726,20. A partir desse valor, calcula-se a tarifa média total por metro cúbico da seguinte forma: R\$ 3.726,20 dividido por 75 m³, resultando em aproximadamente R\$ 49,68 **por m³**. empreendimento.

4.2.5.2 INFLAÇÃO

A inflação é um fator determinante na análise de viabilidade econômica de qualquer sistema que envolva investimentos e projeções financeiras ao longo do tempo. Sua consideração é essencial para que os valores projetados de economia e retorno do investimento reflitam adequadamente o comportamento real do poder de compra da moeda. No presente estudo, foi adotado o Índice Nacional de Preços ao

Consumidor Amplo (IPCA), principal indicador oficial da inflação no Brasil, calculado e divulgado mensalmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

De acordo com o IBGE (2025), a inflação oficial medida pelo IPCA no mês de março de 2025 foi de 0,56%, o que corresponde à taxa de variação mensal dos preços no período, portanto, o valor adotado de inflação mensal para este estudo será de 1%/mês. Este valor será utilizado como taxa de correção dos fluxos de caixa mensais, de forma a incorporar a desvalorização da moeda nos cálculos de retorno do investimento (*payback*) e nas simulações financeiras realizadas no software Netuno. A adoção da inflação mensal em vez de uma taxa anualizada proporciona maior precisão na análise, principalmente em projetos de médio e longo prazo.

4.2.5.3 CUSTOS INICIAIS E OPERACIONAIS

A estimativa dos custos iniciais de implantação do sistema de captação de águas pluviais foi realizada com base nos principais elementos físicos necessários à sua operação. Entre os componentes considerados, estão as calhas de PVC com 200 mm de diâmetro, que serão utilizadas para coletar a água da cobertura do lava-jato. Com necessidade estimada de 22 metros lineares, e custo adotado de R\$ 154,90 a cada 2,5 metros, o valor total para este item é de R\$ 1.394,10. Os condutores verticais em PVC de 110 mm, responsáveis por levar a água das calhas ao reservatório inferior, totalizam 10 metros, ao custo de R\$ 196,70 por 3 metros, somando R\$ 786,80.

O sistema contará com um reservatório inferior de 10.000 litros, fabricado em polietileno, com valor estimado de R\$ 6.379,00. Este reservatório armazena a água captada, que será posteriormente direcionada para uso no processo de lavagem de veículos. Para distribuir a água foi considerado que o reservatório ficará num ponto ligeiramente elevado e terá uma tubulação que alimenta diretamente os aparelhos lavadores de alta pressão, não necessitando o uso de bombas.

Também está incluído um filtro de entrada, ao valor de R\$ 200,00. Esse dispositivo tem como função remover folhas, detritos e impurezas maiores presentes na água da chuva. Para garantir a qualidade mínima da água armazenada, deve ser implementado um sistema de descarte do primeiro escoamento, responsável por

eliminar os primeiros milímetros de cada precipitação, que normalmente carregam os maiores contaminantes.

Além dos componentes principais, foram considerados os materiais complementares necessários para a correta montagem e operação do sistema. Entre eles estão tubos de PVC para interligação hidráulica entre o reservatório e os pontos de uso, conexões de diferentes tipos e bitolas (joelhos, luvas, reduções, tês), registros, suportes metálicos ou plásticos para fixação de calhas e condutores, buchas, parafusos e materiais de vedação. Esses itens são frequentemente negligenciados em orçamentos iniciais, mas têm papel fundamental na estanqueidade e durabilidade do sistema. O valor estimado para este conjunto foi de R\$ 700,00, com base em orçamentos obtidos em lojas especializadas de materiais de construção civil (como Leroy Merlin, Telhanorte e Obramax).

A mão de obra foi orçada em R\$ 1.500,00, considerando a contratação de um encanador profissional e um ajudante para a instalação do sistema em um período estimado de dois a três dias de serviço. Esse valor inclui as atividades de fixação de calhas e condutores, instalação do reservatório, montagem hidráulica da bomba e do sistema de filtragem, testes operacionais e eventuais ajustes. A estimativa foi baseada em consultas realizadas junto a profissionais do setor na cidade de Maceió, bem como em parâmetros de mercado encontrados em plataformas como Habitissimo e GetNinjas, que indicam faixas médias de R\$ 500,00 a R\$ 700,00 por dia para serviços hidráulicos especializados.

Com isso, o custo total de implantação do sistema de captação de águas pluviais foi estimado em R\$ 10.896,90. Esse valor representa o investimento inicial necessário para viabilizar a operação sustentável de reaproveitamento hídrico no lava-jato.

Em relação aos custos operacionais e de manutenção, foi considerada a necessidade de limpeza semestral do reservatório, ao custo de R\$ 200,00 por intervenção, totalizando R\$ 400,00 por ano. A limpeza de calhas e condutores verticais deverá ocorrer trimestralmente, com custo médio de R\$ 150,00 por serviço, resultando em um total anual de R\$ 600,00. A substituição do filtro será feita uma vez

ao ano, com custo estimado de R\$ 200. Para cobrir inspeções técnicas e pequenos reparos preventivos, foi reservado um valor anual de R\$ 100,00.

Esses valores servirão como base para a análise de viabilidade econômica e projeção do tempo de retorno do investimento, a ser realizada na etapa seguinte com o apoio do software Netuno. As imagens referentes a preços adotados estão no anexo X.

4.2.6 SIMULAÇÃO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Para a análise, utilizou-se a vida útil do sistema, um período de 20 anos, conforme adotado por Assunção (2022). Além disso, a taxa mínima de atratividade (tma) adotada foi de 5% ao ano, que dá aproximadamente 0,4% ao mês. Este valor foi retirado do trabalho de Ferreira (2024). Seguem abaixo as imagens com os valores inseridos no software:

Figura 36 – Aba de custos de implantação

Fonte: Captura de tela em janela do Netuno 4

Figura 37 - Aba de parâmetros Netuno

Fonte: Captura de tela em janela do Netuno 4

Figura 38 – Aba de tarifas de água e esgoto

Tarifas de água e esgoto

Volume (m³)
 Acima de 10

Custo (R\$/m³)
 Adicionar

Abaixo de 10 m³: R\$16,439 (fixo).
 Acima de 10 m³: R\$26,134 (por m³).

Tarifa de esgoto
☐ Fixa
☒ Variável

Percentual da tarifa de água
 100

Imposto fixo (R\$)

Imposto variável (%)

Limpar dados

Concluir

Fonte: Captura de tela em janela do Netuno 4

Figura 39 – Aba de custos operacionais

Outros custos operacionais

Nome do custo operacional

Periodicidade (meses)

Tipo de custo
☐ Fixo
☐ Variável (consumo de água pluvial)

Custo (R\$)

Coefficiente angular (R\$/m³)

Adicionar

Nome	Período de rep.	Coef. linear	Coef. angular
limpeza caixa	6	200	0
limpeza calha...	3	150	0
Filtro	12	200	0
reserva	12	100	0

Editar

Concluir

Fonte: Captura de tela em janela do Netuno 4

Após inserir todos os dados de custo de implantação, modelo detalhado da motobomba utilizada, definir os parâmetros de inflação e de tarifas que foram utilizadas e ainda escolher o mês em que será feito a implantação do sistema, o software netuno permite rodar os cálculos que determinam estimativas de consumo e de economia mensal que a implantação do sistema daria para os proprietários, conforme pode ser observado no Quadro 4.

Logo no primeiro mês, já obtemos uma economia de mais de R\$ 1000,00, cerca de 28 % do valor investido. Para melhor compreender os resultados financeiros acumulados, o netuno nos fornece indicadores de investimento e uma tabela de análise, dispostos nos Quadros 3 e 4, respectivamente

Quadro 3: Indicadores de investimento

INDICADORES DE INVESTIMENTO	
Valor Presente Líquido (VLP)	R\$ 25.479,05
Taxa de Retorno de Investimento (<i>PayBack</i>)	7 meses
Taxa interna de retorno (TIR)	15,69% ao mês

Fonte: Netuno 4, 2014

De acordo com Camargo (2017), o valor presente líquido consiste num método amplamente conhecido quando o assunto é estudar a viabilidade econômica de um investimento. Este meio traz ao valor presente um valor futuro, representando a diferença entre os recebimentos e os pagamentos de um projeto de investimento em valores monetários atuais.

Já a taxa de retorno de investimento (*PayBack*), indica o tempo que vai levar para que as economias geradas pelo investimento compensem o valor investido. Para o projeto em questão, este tempo seria de 7 meses, tendo em vista que a vida útil do sistema é de 20 anos, em menos de 5% do seu tempo de operação o investimento já traria ganhos reais.

De acordo com o artigo de Álvares, Barbieri e Machline (2007) a Taxa Interna de Retorno (TIR) é definida como a taxa de juros que anula o Valor Presente Líquido (VPL) de um fluxo de caixa de um investimento. Em termos práticos, ela representa a

taxa na qual a soma dos valores presentes das entradas e saídas de caixa de um projeto se iguala a zero.

Abaixo segue o quadro com os dados econômicos e de consumo referentes ao primeiro ano de operação do sistema implantado:

Quadro 4 - Dados mensais de operação do sistema

Estimativas iniciais de consumo e economia de água (baseadas nos dados de precipitação)						
Mês	Consumo total mensal (litros)	Consumo de água pluvial (litros)	Consumo de água potável (litros)	Valor da conta sem utilização de água pluvial (R\$)	Valor da conta com utilização de água pluvial (R\$)	Economia mensal (R\$)
Jan	77500	19308,22	58191,78	R\$ 3.560,97	R\$ 2.551,77	R\$ 1.009,20
Fev	70000	13227,04	56772,96	R\$ 3.168,96	R\$ 2.477,61	R\$ 691,35
Mar	77500	13970,39	63529,61	R\$ 3.560,97	R\$ 2.830,76	R\$ 730,20
Abr	75000	22454,94	52545,06	R\$ 3.430,30	R\$ 2.256,62	R\$ 1.173,68
Mai	77500	30883,95	46616,05	R\$ 3.560,97	R\$ 1.946,73	R\$ 1.614,24
Jun	75000	30611,99	44388,01	R\$ 3.430,30	R\$ 1.830,27	R\$ 1.600,03
Jul	77500	44075,47	33424,53	R\$ 3.560,97	R\$ 1.257,23	R\$ 2.303,74
Ago	77500	48478,97	29021,03	R\$ 3.560,97	R\$ 1.027,07	R\$ 2.533,90
Set	75000	46395,96	28604,04	R\$ 3.430,30	R\$ 1.005,27	R\$ 2.425,02
Out	77500	47392,06	30107,94	R\$ 3.560,97	R\$ 1.083,88	R\$ 2.477,09
Nov	75000	35658,73	39341,27	R\$ 3.430,30	R\$ 1.566,49	R\$ 1.863,81
Dez	77500	21175,48	56324,52	R\$ 3.560,97	R\$ 2.454,17	R\$ 1.106,80

Fonte: Netuno 4, 2014

5 CONCLUSÕES

5.1 AUTOMAÇÃO EM SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

A presente pesquisa demonstrou que a implementação de dispositivos inteligentes de automação no sistema de climatização da loja de conveniência analisada contribuiu de forma significativa para a melhoria da eficiência energética e redução de custos operacionais. Através de testes comparativos em diferentes semanas de operação, foi possível constatar uma economia de aproximadamente 17% no consumo total de energia elétrica, especialmente no aparelho de maior potência (trifásico), quando comparado ao uso manual tradicional.

A automação partiu da ideia de padronização da temperatura ambiente em 23 °C, considerada ideal para o conforto térmico e para a operação eficiente dos aparelhos de ar-condicionado. Essa padronização minimizou os picos de consumo causados por ajustes frequentes e inadequados feitos por funcionários, que muitas vezes ligavam e desligavam os equipamentos conforme reclamações pontuais de clientes. Além disso, o uso de cenas automatizadas e a eliminação do controle humano durante o expediente impediram que os aparelhos permanecessem ligados fora do horário de funcionamento, fator que também contribuiu para a economia observada.

Foi possível perceber, contudo, que ajustes na configuração de temperatura de um dos aparelhos influenciam o desempenho do outro. O aparelho menor, equipado com tecnologia inverter, apresentou aumento de consumo quando o aparelho trifásico operava a uma temperatura mais elevada (23 °C), exigindo maior esforço para compensar a carga térmica não atendida. No entanto, ao reajustar a temperatura do aparelho principal para 20 °C, observou-se uma redução de 11% no consumo do equipamento menor, reforçando a necessidade de uma programação conjunta e balanceada entre os equipamentos.

Portanto, conclui-se que a automação inteligente de sistemas de climatização, quando corretamente dimensionada e implementada, é uma solução tecnicamente viável, financeiramente vantajosa e operacionalmente eficiente para ambientes

comerciais, contribuindo diretamente para o uso racional de energia elétrica, o prolongamento da vida útil dos equipamentos e a sustentabilidade das operações.

5.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

O estudo sobre o sistema de aproveitamento de águas pluviais para uso em um futuro lava-jato no mesmo estabelecimento demonstrou resultados altamente promissores. Com base em dados pluviométricos reais de uma série histórica de 20 anos e considerando a área de captação de 396 m² sobre a cobertura das bombas de combustíveis, foi possível estimar um potencial médio de aproveitamento de 34,05% da água necessária para o funcionamento diário do lava-jato.

O dimensionamento do sistema, conduzido por meio do software Netuno 4, indicou que um reservatório de 10.000 L apresenta a melhor relação custo-benefício, garantindo boa cobertura da demanda hídrica durante os meses de maior precipitação. Além disso, o uso do sistema por gravidade, dispensando bombas elétricas, reduziu os custos operacionais e aumentou a viabilidade técnica da solução.

A análise econômica do projeto demonstrou sua atratividade financeira, com um Valor Presente Líquido (VPL) de R\$ 25.479,05, Payback de apenas 7 meses e uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 15,69% ao mês, indicando retorno rápido e rentável do investimento inicial. Os dados de economia financeira ao longo do primeiro ano de simulação apontaram uma economia bruta superior a R\$ 17 mil, comprovando a eficiência da estratégia proposta.

Dessa forma, a implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais não apenas se mostrou tecnicamente exequível, como também financeiramente atrativa, especialmente em atividades de elevado consumo hídrico, como a lavagem de veículos. Além da economia, destaca-se o benefício ambiental, uma vez que se reduz significativamente o uso de água potável para fins não potáveis, contribuindo com a gestão sustentável dos recursos hídricos em áreas urbanas.

REFERÊNCIAS

ALAGALE, Gustavo Perri; SIQUEIRA, Érica; SILVA, Carolina Bertolucci Hilário e; SOUZA, Cesar Alexandre de. **INTERNET DAS COISAS APLICADA A NEGÓCIOS - UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO**. JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 423-438, set./dez. 2016.

ALMEIDA, Natália Maria Diniz Pereira. LAVA-JATO: ASPECTOS AMBIENTAIS E ORIENTAÇÕES PARA APLICABILIDADE DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA. **INSTITUIÇÕES PARCEIRAS**, p. 139.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 15527: Aproveitamento de águas de água de chuva de coberturas para fins não potáveis**. Rio de Janeiro, 2019.

ASSUNÇÃO, Edenilson Ereno. **Análise da viabilidade econômica do uso de tecnologias de aproveitamento de água pluvial com o uso do Software Netuno. Estudo de caso: residência unifamiliar no município de Santo Amaro da Imperatriz - SC**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

BADOTTI, V. L. **Aproveitamento da água da chuva para lavagem de veículos em uma lava car: Estudo de caso para o município de Pato Branco – PR**. 2020. 106 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológico Federal do Paraná, Pato Branco, 2020.

BARBIERI, José Carlos; ÁLVARES, Antonio Carlos Teixeira; MACHLINE, Claude. **Taxa interna de retorno: controvérsias e interpretações**. *Revista GEPROS: Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Bauru, v. 2, n. 5, p. 131-142, out./dez. 2007. Disponível em: <https://gepros.feb.unesp.br>. Acesso em: 4 maio 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 17 – Ergonomia**. Portaria MTb nº 3.214, de 8 de junho de 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-17>. Acesso em: 27 mar. 2025.

BRK AMBIENTAL. *Estrutura tarifária vigente – Maceió/AL – Abril de 2025*. Maceió: BRK Ambiental, 2025. Disponível em: <https://www.brkambiental.com.br>. Acesso em: 1 maio 2025.

BUORO, Anarrita Bueno. **Conforto térmico e eficiência energética em hotéis econômicos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. doi:10.11606/D.16.2008.tde-21012010-161120. Acesso em: 2025-04-23.

DE CAMARGO, R. F. **Valor Presente Líquido (VPL): o guia mais completo da internet!** Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/valor-presente-liquido-vpl/>>. Acesso em: 3 jun. 2025.

Diferença entre lava rápido e estética automotiva. Vonixx, 4 jul. 2022. Disponível em: <<https://www.vonixx.com.br/diferenca-entre-lava-rapido-e-estetica-automotiva/>>. Acesso em: 3 jun. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Uso de ar condicionado no setor residencial brasileiro: perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética.** Nota Técnica EPE 030/2018. Brasília: EPE, dez. 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>. Acesso em: 03 jun. 2025.

FERREIRA, Mateus do Nascimento. **Avaliação do sistema de aproveitamento de água de chuvas em residência unifamiliar na cidade de Manaus/AM com o uso do software Netuno.** 2024. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024.

GHISI, Enedir; CORDOVA, Marcelo Marcel. **Netuno 4: manual do usuário.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE, 2014.

Giacomini, Gabriela. *Por que usar o ar-condicionado em 23 graus?* WEBGLOBAL, 15 abr. 2020. Disponível em: <https://www.webarcondicionado.com.br/por-que-usar-o-ar-condicionado-em-23-graus>. Acesso em: 17 abr. 2025.

GOOGLE. **Google Earth website.** <http://earth.google.com/>, 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Inflação – Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).** Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em: 1 maio 2025.

Imagem da internet. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/inteligente-transformador-bra%C3%A7adeira-estat%C3%ADsticas-eletricidade/dp/B0CGHS6DDV>.

IMS SOLUÇÕES EM ENERGIA LTDA. *PowerNET T-500: manual de instalação e operação.* Rev. 1.0. Porto Alegre: IMS, 2014. 104 p.

INTERNET das Coisas: o que é, como funciona e exemplos de uso. CNN Brasil, São Paulo, 29 ago. 2023. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/internet-das-coisas/>. Acesso em: 10 abr. 2025.

LOMBARDI, Rafael Ribeiro Rezende. **Controle remoto infravermelho para automação.** 2006. Monografia (Graduação em Engenharia de Computação) – Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2006.

MARANGONI, Filipe *et al.* Comparativo econômico entre condicionadores de ar com tecnologias convencional e inverter. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, v. 35, 2015.

Matriz elétrica brasileira alcança 200 GW. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2024/matriz-eletrica-brasileira-alcanca-200-gw>. Acesso em: 27 mar. 2025

MUERZA, Thais dos Reis. **Viabilidade de implantação de um sistema de tratamento e reuso das águas de lavagem de veículos: estudo de caso do lava-jato LAVATEC em Tucuruí-PA.** 2023. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Tucuruí, Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental, Tucuruí, 2023.

NARDINI CARLI, Larissa; DE CONTO, Suzana Maria; BEAL, Lademir Luiz; PESSIN, Neide. **Racionalização do uso da água em uma instituição de ensino superior – estudo de caso da Universidade de Caxias do Sul.** *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 143-165, jan./jun. 2013. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=471647098007>>. Acesso em: 27 mar. 2025.

PICKBRENNER, Karine; PINTO, Eber José de Andrade. **Atlas pluviométrico do Brasil: equações intensidade-duração-frequência (desagregação de precipitações diárias): município de Maceió – AL, estação pluviométrica Maceió, código 00935005.** Porto Alegre: CPRM, 2015. 12 p. (Série Atlas Pluviométrico do Brasil).

POSITIVO TECNOLOGIA S.A. **Guia rápido: Smart Controle Universal (PCU IRN).** Curitiba: Positivo Tecnologia, 2019. Disponível em: www.positivocasainteligente.com.br. Acesso em: 23 abr. 2025.

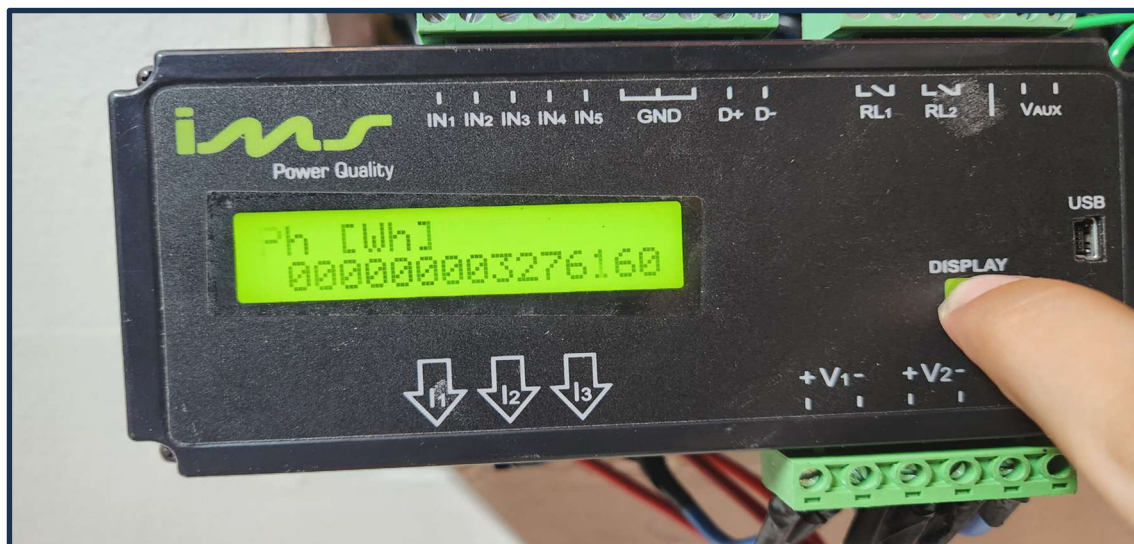
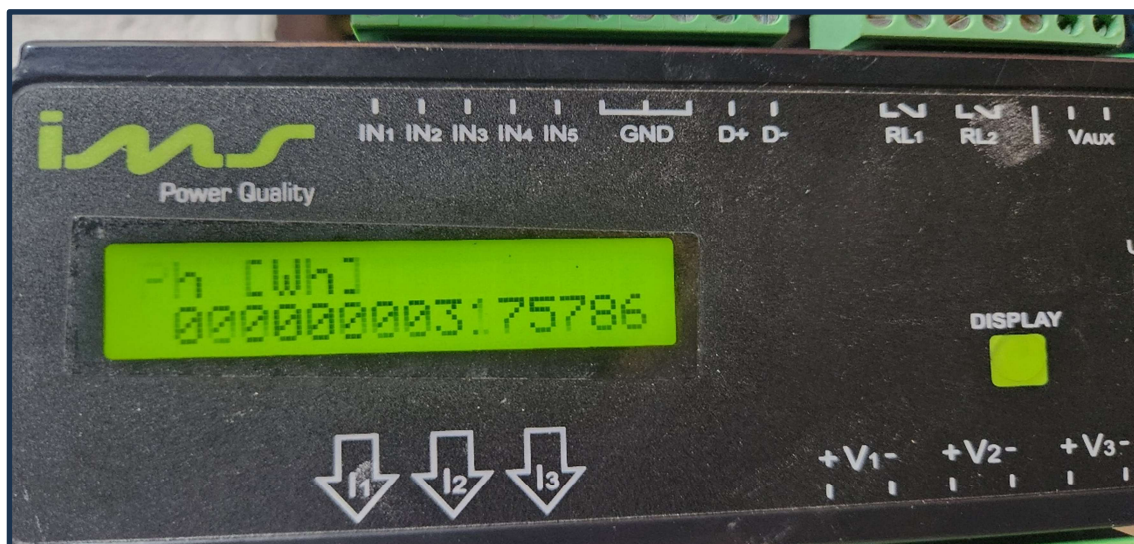
SIENA, Osmar *et al.* **Metodologia da Pesquisa Científica e Elementos para Elaboração e Apresentação de Trabalhos Acadêmicos.** Belo Horizonte: Editora Poisson, 2024.

SOUZA, Wesley Angelino de. **Estudos de técnicas de análise e tecnologias para o desenvolvimento de medidores inteligentes de energia residenciais.** 2016. 1 recurso online (206 p.) Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1629345>. Acesso em: 23 abr. 2025.

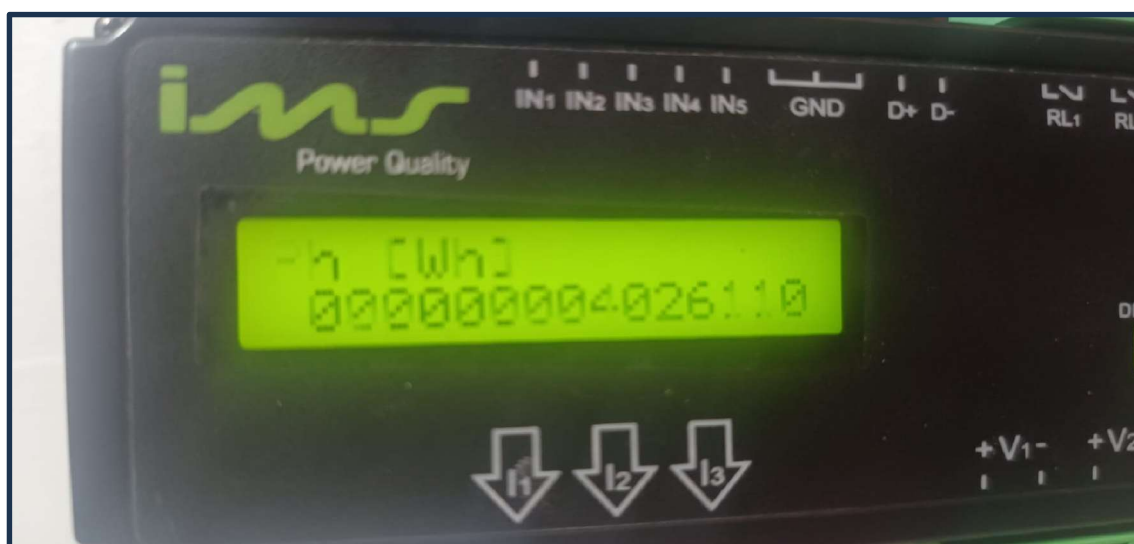
WEBGLOBAL. **Qual a Temperatura Ideal do Ar-Condicionado?** Disponível em: <<https://www.webarcondicionado.com.br/temperatura-ideal-ar-condicionado>>. Acesso em: 3 jun. 2025.

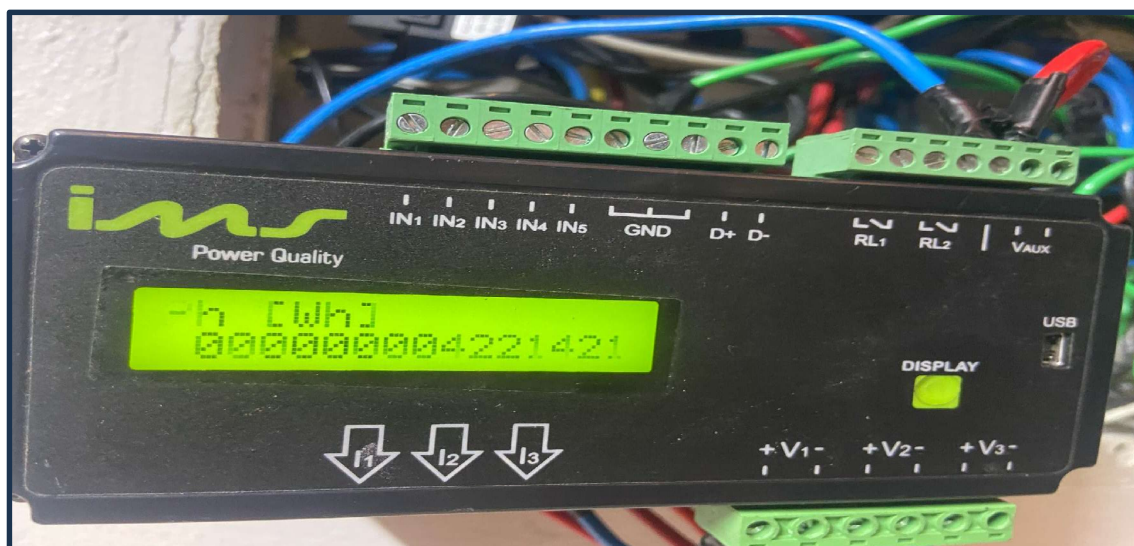
ANEXO A

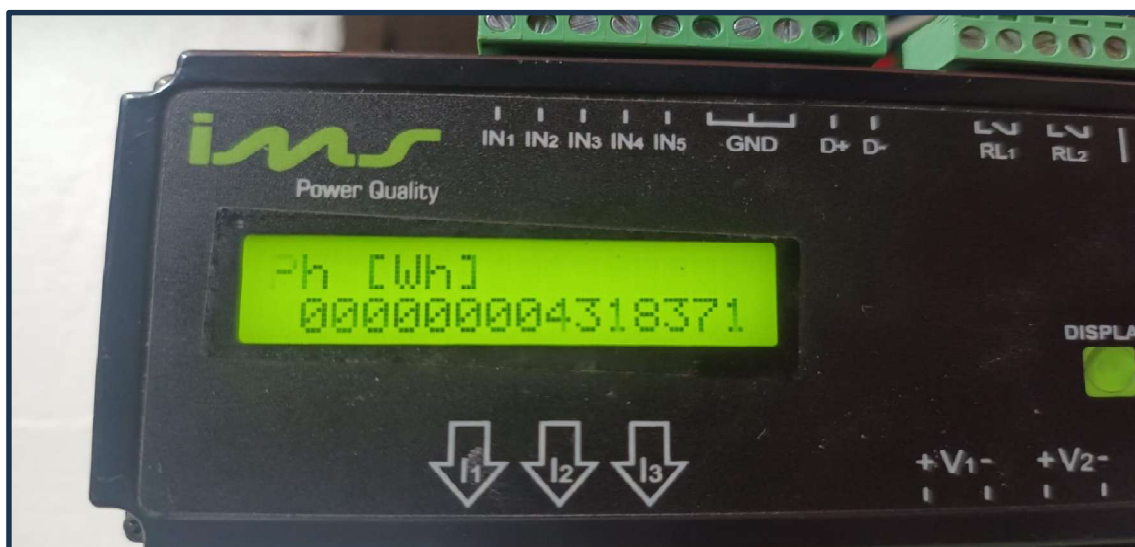












ANEXO B

ACESSO AOS DADOS DE CONSUMO ENERGÉTICO DO AR CONDICIONADO 1



ANEXO C

Comprar pelo telefone (somente vendas): 4007-1380 (Capitais) - 0800-802-1380 (Demais regiões) Dicas de segurança Preciso de ajuda?

LEROMERLIN

O que você procura na Leroy Merlin?

Departamentos Festival pra Toda Casa Tendências Ofertas Projetos Dicas Serviços Para empresas Programa de Fidelidade

Home > Materiais de Construção > Calhas e Rufos > Calhas de PVC > Calha de PVC Branco ..

Calha de PVC Branco Odem

★★★★★ 4.7 (18) Cód. 88471073 EAN: 3800214650107

Lista de Favoritos



R\$ 154,90 /cada
à vista
Vendido e entregue por Leroy Merlin - Macaê

Formas de pagamento
Acumule 154 pontos levando este produto agora
Cadastre-se ou faça o login e participe do Programa de Fidelidade para acumular pontos e ganhar cashback!

Comprar e receber Ou Comprar e retirar

Calcule seu frete Ou, como pos

LEROMERLIN

O que você procura na Leroy Merlin?

Departamentos Festival pra Toda Casa Tendências Ofertas Projetos Dicas Serviços Para empresas Programa de Fidelidade

Home > Materiais de Construção > Caisas d'Água > Caisas d'Água > Tanque 10.000L em Po...

Tanque 10.000L em Polietileno FortPlus Fortlev

★★★★★ 4.7 (14) Cód. 88888870 EAN: 3800214650107

Lista de Favoritos



R\$ 6.379,00 /cada
à vista
R\$ 6.788,17 em até 12x de R\$ 564,27 sem juros
ou em até 12x de R\$ 564,27 com juros
Vendido e entregue por Leroy Merlin - Macaê

Formas de pagamento
Acumule 6.379 pontos levando este produto agora
Cadastre-se ou faça o login e participe do Programa de Fidelidade para acumular pontos e ganhar cashback!

Capacidade: 10.000
5.000 10.000 15.000 20.000

Comprar e receber Ou Comprar e retirar

Calcule seu frete Não sei meu CEP
CPF válido

amazon.com.br

Enviar para Gustavo Maciel 57035290

Ferramentas e Materiais de Construção

Pesquisar Amazon.com.br

Olá, Gustavo Contas e

Todos

Venda na Amazon

Comprar novamente

Ofertas do Dia

Mais Vendidos

Alimentos e Bebidas

Continuar comprando

Outro P

Encontre um ponto de retirada perto de você

Só para assinantes

Ferramentas e Materiais de Construção > Instalações de Cozinha e Banheiro > Filtros de Água



Clique para ver a visualização completa

https://www.amazon.com.br/dp/view?_encoding=UTF8&pd_rd_w=85&hbscontent-id=amzn...

Filtro Para Caixa d'Água Cavalete Limpa Tudo FORTLEV

Marca: CHICIL

4,6  (34) | Pesquisar nesta página

Escolha da Amazon

Mais de 50 compras no mês passado

Menor preço dos últimos 30 dias

-6% ~~R\$ 137,00~~

De: R\$ 145,00

prime

Em até 12x de R\$ 12,78 com juros Ver parcelas disponíveis

Peça seu cartão Amazon Prime e ganhe R\$ 50 em pontos pra usar na hora. Sujeito à aprovação.

Pagamentos com Segurança

Envio pela Amazon

Política de devolução

Material: Polipropileno

Peso do produto: 1.2 Quilogramas

LERY MERLIN

O que você procura na Leroy Merlin?



Departamentos Festival pra Toda Casa Tendências Ofertas Projetos Dicas Serviços Para empresas Programa de Fidelidade

Home > Materiais de Construção > Calhas e Rufos > Calhas de PVC > Conductor de Pvc Bran...

Conductor de Pvc Branco Odem

★★★★☆ 3,4 (5)

Cód. 8842973 EAN: 880021400040





R\$ 196,70 /cada

Vendido e entregue por Leroy Merlin - Maciel

Formas de pagamento



Cadastre-se ou faça o login e participe do Programa de Fidelidade para acumular pontos e ganhar cashback!

Comprar e receber

OU

Comprar e retirar

Calcule seu frete

57035-290

Olá, como po

Não sei meu CEP

ANEXO D



Ligar

Tocar para executar

Ative a Cena ao tocar na tela ou use comando de voz



Modo Cena

O que você quer fazer?



Executar um dispositivo



Executar automação



Executar uma cena



Receber uma notificação



Adicionar atraso

Segure para alterar a ordem

Ar Condicionado 2

Modo: Automático

Temperatura: 23 °C

Ar Condicionado 1

Modo: Refrescar

Temperatura: 23 °C

Velocidade: Automático

Testar configurações

Qual ação vai ativar a Rotina?

Ações programadas são executadas automaticamente



Chegada ou saída



Agendamento



Alterações em outro dispositivo



Mudança no clima



Período ativo

Selecione quais condições devem ser atendidas para executar a automação.

☒

Todas as condições devem ser atendidas

Executar nos dias:

Seg Ter Qua Qui Sex Sáb às 6h00

Executar nos dias:

Dom às 7h00



Desligar o Ar

Tocar para executar

Ative a Cena ao tocar na tela ou use comando de voz



Modo Cena

O que você quer fazer?



Executar um dispositivo



Executar automação



Executar uma cena



Receber uma notificação



Adicionar atraso

Segure para alterar a ordem

Ar Condicionado 1

Desligar

Ar Condicionado 2

Desligar

Testar configurações

Qual ação vai ativar a Rotina?

Ações programadas são executadas automaticamente



Chegada ou saída



Agendamento



Alterações em outro dispositivo



Mudança no clima



Período ativo

Selecione quais condições devem ser atendidas para executar a automação.

☒

Todas as condições devem ser atendidas

Executar nos dias:

Seg Ter Qua Qui Sex Sáb às 21h40

Executar nos dias:

Dom às 19h00

 **Semana 3** 

Tocar para executar
Ative a Cena ao tocar na tela ou use comando de voz

 **Modo Cena** 

O que você quer fazer?

 Executar um dispositivo

 Executar automação

 Executar uma cena

 Receber uma notificação

 Adicionar atraso

Segure para alterar a ordem 

Ar Condicionado 1
Modo: Refrescar
Temperatura: 23 °C
Velocidade: Automático 

Ar Condicionado 2
Modo: Automático
Temperatura: 20 °C 

Testar configurações

Qual ação vai ativar a Rotina?
Ações programadas são executadas automaticamente

 Chegada ou saída

 Agendamento

 Alterações em outro dispositivo

 Mudança no clima

 Período ativo

Selecione quais condições devem ser atendidas para executar a automação.

☒ **Todas as condições devem ser atendidas**

Executar nos dias: 
Seg Ter Qua Qui Sex Sáb às 6:00

Executar nos dias: 
Dom às 7:00