



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**PROPOSTA DE UM PROJETO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL
PARA FINS NÃO POTÁVEIS PARA UMA PEQUENA PROPRIEDADE RURAL NO
MUNICÍPIO DE ABAETÉ/MG**

Davi Augusto Amorim Silva

Belo Horizonte

2023

Davi Augusto Amorim Silva

**PROPOSTA DE UM PROJETO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL
PARA FINS NÃO POTÁVEIS PARA UMA PEQUENA PROPRIEDADE RURAL NO
MUNICÍPIO DE ABAETÉ/MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista

Orientador: Prof. MSc. André Luiz Marques Rocha

Belo Horizonte

2023

DAVI AUGUSTO AMORIM SILVA

**PROPOSTA DE UM PROJETO DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL
PARA FINS NÃO POTÁVEIS PARA UMA PEQUENA PROPRIEDADE RURAL NO
MUNICÍPIO DE ABAETÉ/MG**

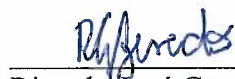
Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental e Sanitarista.

Aprovado em: 26 de junho de 2023

Banca examinadora:



André Luiz Marques Rocha – Presidente da Banca Examinadora
Prof. MSc. Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET-MG - Orientador



Ricardo José Gontijo Azevedo
Prof. DSc. Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET-MG



Alexandre Campos Pena
Engenheiro Ambiental – CP Solutions Meio Ambiente

Ao meu avô materno Antônio (*in memorian*)
que contribuiu para meu constante contato e
adoração pela zona rural, que é o foco do
presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Roner e Simone, e meu irmão, Hugo, que durante toda minha caminhada me apoiaram, me incentivaram e me ajudaram, inclusive durante a execução deste trabalho. Sempre estiveram presentes, não somente nos momentos de alegria, mas também nos momentos difíceis.

Aos meus demais familiares (avós, tios e primos) pelos finais de semana de descontração, que sempre reerguem minha energia.

Aos meus amigos, Rodrigo, Taynara, Gabriel Fonseca, Gabriel Giarola, Gabriela Pereira, Ítalo, Gabriel Rabczun, Luiz Pedro e Lorena pelas risadas, apoio e momentos de alento.

Ao irmão que o CEFET-MG me deu, Brenner Rodrigues, agradeço por todo apoio, companheirismo, brincadeiras, puxões de orelha e risadas que me proporcionou.

Ao meu orientador, André, pela paciência e atenção durante todo o percurso.

Por fim, agradeço a Deus por guiar meus passos durante toda a caminhada acadêmica e me proporcionar todos esses momentos.

RESUMO

SILVA, DAVI AUGUSTO AMORIM. **Proposta de um Projeto de Aproveitamento de Água Pluvial para Fins Não Potáveis para uma Pequena Propriedade Rural no Município de Abaeté/MG**. 2023. 77 páginas. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

As crises hídricas que assolam o Brasil nas últimas décadas e suas negativas consequências tornam nítida a necessidade da proteção à água, desde a manutenção das condições naturais de rios até a preservação de lençóis freáticos. Por isso, o ser humano deve buscar alternativas que evitem o desperdício e esgotamento desse recurso natural essencial à sua vida e suas atividades. Uma iniciativa que pode ser tomada é a implantação de Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial (SAAP). Em linhas gerais, um projeto de SAAP inclui: área de contribuição, calhas, condutores, grelha hemisférica, “*first flush*”, reservatório de armazenamento e extravasor. O presente trabalho busca propor o dimensionamento de um SAAP que atenda às demandas não potáveis externas de uma propriedade rural no município de Abaeté-MG. Essa proposta baseou-se na metodologia indicada por Gonçalves (2006) e nas normas da ABNT NBR 15.527/2019: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis e ABNT NBR 10.844/1989: Instalações prediais de águas pluviais. Para avaliação do tempo de retorno do investimento do projeto calculou-se o *Payback* Simples, com um fluxo de caixa médio correspondente à economia de energia elétrica consumida pelo conjunto motor-bomba atualmente instalada na cisterna. Para o SAAP proposto para a propriedade rural analisada, obteve-se um volume de reservatório de água de chuva de 1968,88 L (adotando-se um modelo comercial de 2000 L), dotado de um volume de reservatório de descarte (*first flush*) de 91,5 L (adotando-se um modelo comercial de 100 L). Para implantação do SAAP obteve-se um custo de R\$ 1677,90, com um fluxo de caixa mensal de R\$ 17,24, tendo como resultado de *Payback* Simples um período de retorno do investimento de 8,11 anos, mostrando que se trata de um projeto viável diante dos objetivos da implantação do mesmo.

Palavras-chave: Escassez hídrica. Dimensionamento. SAAP. Método *Payback* Simples.

ABSTRACT

SILVA, DAVI AUGUSTO AMORIM. *Proposal for a Project for the Use of Rainwater for Non-Potable Purposes for a Small Rural Property in the Municipality of Abaeté/MG*. 2023. 77 pages. Monograph (Graduation in Environmental and Sanitary Engineering) – Department of Environmental Science and Technology, Federal Center for Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

The water crises that have plagued Brazil in recent decades and their negatives consequences make clear the need to protect water, from maintaining the natural conditions of rivers to preserving groundwater. That's why humans must look for alternatives that avoid the waste and exhaustion of this essential natural resource to their lives and activities. An initiative that can be taken is the implementation of Rainwater Harvesting Systems (RHS). In general terms, a RHS project includes: contribution area, gutters, conductors, hemispherical grid, "first flush", storage reservoir and spillway. The present work seeks to propose the sizing of a RHS that supplies the external non-potable demands of a rural property in the municipality of Abaeté-MG. This proposal was based on the methodology indicated by Gonçalves (2006) and on the standards of ABNT NBR 15.527/2019: Rainwater - Use of roofs in urban areas for non-potable purposes and ABNT NBR 10.844/1989: Building installations of rainwater. To evaluate the return time of the project's investment, Simple Payback was calculated, with an average cash flow corresponding to the savings in electricity consumed by the motor-pump set currently installed in the cistern. For the proposed RHS for the analyzed rural property, a rainwater reservoir volume of 1968.88 L was obtained (adopting a commercial model of 2000 L), equipped with a of disposal tank (first flush) of 91.5 L (adopting a commercial model of 100 L). For the implementation of the RHS, a cost of R\$ 1677.90 was obtained, with a monthly cash flow of R\$ 17.24, resulting in Simple Payback a period of return on investment of 8.11 years, showing that if it is a viable project in view of the objectives of its implementation.

Keywords: Water scarcity. Sizing. RHS. Simple Payback Method.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo Geral	15
2.2	Objetivos Específicos.....	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1	Importância e Uso da Água	16
3.2	Escassez Hídrica	17
3.3	Conservação da Água.....	19
3.4	Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial	22
3.5	Elementos e Etapas do Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial	24
3.5.1	Áreas de Contribuição e Captação	24
3.5.2	Calhas e Condutores	26
3.5.3	Grelha ou Ralo Hemisférico.....	27
3.5.4	Descarte da Primeira Água da Chuva	27
3.5.5	Reservatório	27
3.5.6	Extravasor	28
3.6	Estudos de Caso - Captação e Aproveitamento de Água Pluvial.....	28
3.6.1	Aproveitamento de Água Pluvial em Instituição de Ensino em Santa Catarina ..	28
3.6.2	Captação de Água Pluvial em Zona Rural no Rio Grande do Sul	28
3.6.3	Aproveitamento de Água Pluvial em Zona Rural no Paraná.....	30
3.6.4	Aproveitamento de Água Pluvial em Instituição de Ensino em Minas Gerais.....	31
3.7	Parâmetros e Qualidade da Água da Chuva.....	31
4	METODOLOGIA.....	35
4.1	Métodos de Trabalho	35
4.2	Caracterização da Área de Estudo.....	36
4.3	Levantamento de Dados Característicos do Local de Aplicação	39
4.3.1.	Cálculos da Área do Telhado da Propriedade Rural.....	39

4.3.2	<i>Avaliação da Pluviosidade da Região de Abaeté-MG</i>	41
4.4	Avaliação de Demandas e Usos da Água (Fins Não Potáveis) e Cálculo do Volume do Reservatório	44
4.5	Investimento e Retorno Financeiro e Economia de Água	49
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
5.1	Identificação dos Consumos e Demandas de Água Não Potável	53
5.2	Cálculo da Produção das Águas de Chuva	55
5.2.1	<i>Cálculo da Área de Captação de Águas Pluviais</i>	55
5.2.2	<i>Caracterização do Regime de Precipitação da Área de Estudo</i>	56
5.2.3	<i>Resultado da Produção das Águas de Chuva</i>	56
5.3	Cálculo do Volume do Reservatório de Descarte das Primeiras Águas de Chuva 57	
5.4	Cálculo do Volume do Reservatório do Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial	57
5.5	Cálculo da Eficiência do Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial	58
5.6	Projeto proposto	58
5.7	Retorno Financeiro	59
6	CONCLUSÕES	62
7	RECOMENDAÇÕES	63
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
	ANEXO A - MAPA DO ENTORNO DA REPRESA DE TRÊS MARIAS	72
	APÊNDICE A – DETALHAMENTO DO TELHADO DA RESIDÊNCIA E DA ÁREA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS	73
	APÊNDICE B – PROJETO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Usos Consuntivos da Água no Brasil	17
Figura 3.2 - Representação da evolução de níveis dos Comitês de Bacias Hidrográficas	21
Figura 3.3 - Esquema de um Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial.....	23
Figura 3.4 - Indicações de cálculos da área de contribuição para aproveitamento de água pluvial	25
Figura 3.5 - Tipos de calhas: calha de beiral, calha de platibanda e calha de água-furtada, respectivamente.	26
Figura 3.6 - Esquema de instalação de grelha hemisférica na tomada d'água de condutor vertical ao fundo da calha.....	27
Figura 4.1 - Vista Aérea da Região da Propriedade Rural, localizada no Município de Abaeté-MG.....	37
Figura 4.2 - Vista Aérea do Telhado da Residência da Propriedade Rural	40
Figura 4.3 - Trena Manual de Aço de 5 metros de Comprimento.....	41
Figura 4.4 - Climatologia e Histórico de Previsão do Tempo em Abaeté-MG	42
Figura 4.5 - Bomba Submersa Vibratória Anauger 900.....	51
Figura 5.1 – Dados climatológicos para Abaeté-MG	57
Figura 5.2 - Vista Frontal do Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Frequência de Manutenção dos Componentes do Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial	33
Tabela 4.1 – Valores de Normais Climatológicas para o Município de Abaeté-MG.....	43
Tabela 5.1 - Cálculo da Demanda de Água Não Portável Externa da Propriedade	54
Tabela 5.2 - Valores de Pluviosidade Encontrados por Fonte de Pesquisa.....	56
Tabela 5.3 - Orçamento dos Equipamentos do SAAP (Investimento Inicial).....	60
Tabela 5.4 - Dados Técnicos e de Utilização da Bomba	61

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de águas
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CERH-MG	Conselho Estadual dos Recursos Hídricos
COBRAPE	Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Cwa	Clima subtropical de inverno seco e verão quente (classificação climática de Köppen)
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
GPRH	Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos
IGA	Instituto de Geociências Aplicadas
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
NBR	Norma Técnica Brasileira
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
pH	Potencial Hidrogeniônico
Procomitês	Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas
Prodes	Programa Nacional de Despoluição de Bacias Hidrográficas
Progestão	Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas
PVC	Policloreto de vinilo
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
SAAP	Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais

SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
UFV	Universidade Federal de Viçosa

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente é cada vez maior no mundo todo e, sobretudo no Brasil, país em acelerado e constante desenvolvimento, há várias questões nesse contexto que são muito alarmantes. A natureza e seus recursos são essenciais à vida e sua deterioração e esgotamento significam riscos ao próprio ser humano, devendo-se, portanto, voltar um olhar atento à sua preservação, buscando-se o uso sustentável dos elementos naturais e garantindo, assim, o bem-estar de gerações futuras.

Um exemplo clássico gira em torno da água, que é um recurso natural limitado e que deve, portanto, ser utilizado de forma consciente. Porém, em muitos locais e ramos da sociedade, isso não vem ocorrendo. Ao contrário do que muitos podem pensar, não são somente as grandes cidades e polos industriais as principais responsáveis por consumir, poluir e contribuir para o esgotamento da água. As atividades agropecuárias, sem os devidos programas de gestão e planejamento de recursos hídricos, também contribuem muito para a redução de sua disponibilidade na zona rural, principalmente através do esgotamento de aquíferos e lençóis subterrâneos (REGELMEIER; KOZERSKI, 2015).

No Brasil, sobretudo no Semiárido, há locais em que se verifica ainda um grande desequilíbrio entre os sistemas de exploração agropecuários dos pequenos agricultores e os sistemas agroecológicos e socioeconômicos. Isso está associado, principalmente, à irregularidade pluviométrica, que, inclusive, torna a agricultura uma atividade de risco (BRITO et al., 2012). Tal risco se deve ao fato de que a produção de alimentos em áreas com essas características é muito difícil, exigindo práticas apropriadas para gerir os recursos hídricos, justamente pela iminência de seu esgotamento.

Com isso, como forma de contribuição para tal problemática ambiental, busca-se propor um projeto com finalidade de tornar propriedades rurais mais sustentáveis, considerando, principalmente, a necessidade da preservação e reaproveitamento da água, evitando-se ao máximo seu desperdício e reduzindo-se seu consumo excessivo.

Para tal, propõe-se um projeto de coleta e armazenamento de água pluvial, em uma propriedade rural localizada no município de Abaeté-MG, a partir do qual a mesma possa ser utilizada para fins não potáveis, tal como determinado pela NBR 15.527, de abril de 2019 (Aproveitamento de Água de Chuva de Coberturas para Fins Não Potáveis). Os usos não potáveis abrangidos por essa Norma são os sistemas de resfriamento a água, descarga de bacias sanitárias e mictórios, lavagem de veículos, lavagem de pisos, reserva técnica de incêndio, uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos) e irrigações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019). Como exemplos de aplicações visadas para o local de estudo em específico, podem-se citar demandas externas à residência da propriedade, que incluem a lavagem de áreas impermeáveis que há na propriedade, como calçadas, varandas, garagem e área gourmet, além da irrigação das plantas do jardim e do pomar.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é propor a construção e instalação de um sistema de captação e armazenamento de água pluvial voltado a fins não potáveis externos, destinado a uma pequena propriedade rural, localizada no município de Abaeté – MG.

2.2 Objetivos Específicos

Com a elaboração do presente trabalho, almeja-se atingir os seguintes objetivos específicos:

- Levantar dados característicos da propriedade rural em questão;
- Estimar os usos finais de água com base em dados de consumo dessa propriedade;
- Estimar o volume ideal do reservatório de água pluvial e projetar o sistema;
- Avaliar o retorno financeiro que pode ser obtido com a implantação do sistema.

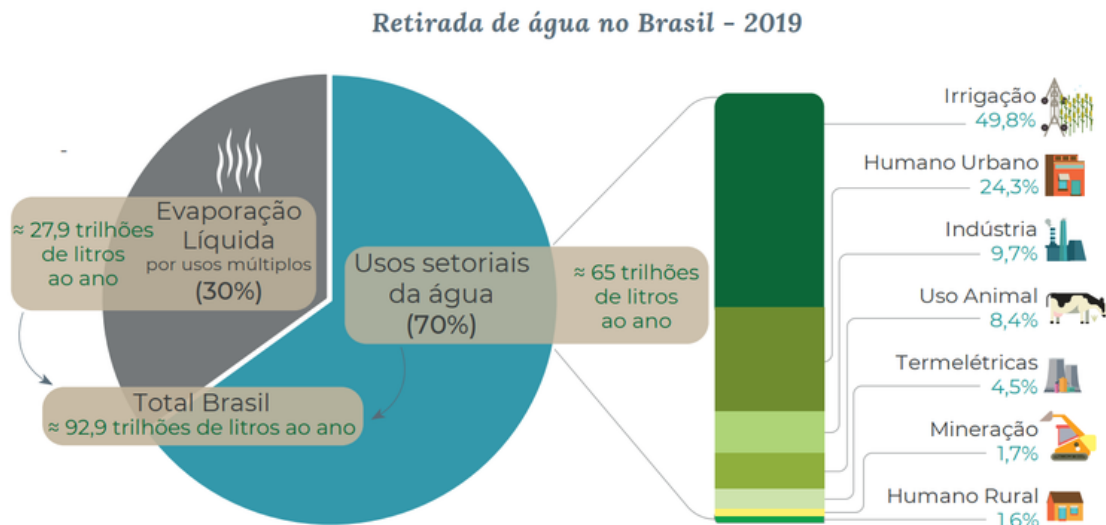
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Importância e Uso da Água

Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração (2008), o Brasil é o país com maior disponibilidade hídrica no mundo, detendo aproximadamente 12% de toda a água do planeta. Aqui, a água é utilizada principalmente para irrigação de lavouras, abastecimento público, atividades industriais, geração de energia, extração mineral, aquicultura, navegação, turismo e lazer (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2023). Logo, vê-se o quanto imprescindível esse recurso é para a vida humana, de forma que se torna claro que sua falta gera inúmeras consequências negativas para ela, desde questões de saúde até de economia.

Porém, a grande disponibilidade não significa que não tenha existido preocupação e cuidado com a água. A grande extensão territorial do país e a diversidade climática fazem com que a água não seja distribuída uniformemente pelo território brasileiro. Tais fatores, juntamente com a concentração populacional de algumas regiões, pode resultar em situações de escassez em quantidade e qualidade (INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO, 2008).

A concentração populacional, devido à alta demanda, está diretamente relacionada aos usos da água. Esta demanda pode se dar, conforme classificação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2019), por usos consuntivos (que retiram e consomem água), como abastecimento público, industrial e agrícola, pecuária, aquicultura; ou usos não consuntivos (não consomem diretamente, mas dependem da manutenção de condições naturais ou de operação da infraestrutura hídrica), como navegação e pesca (GOMES; SALVADOR; LORENZO, 2021). Os usos consuntivos, por sua vez, podem ser múltiplos, em que todos os setores usuários têm igual acesso ao uso dos recursos hídricos (DA SILVA, 2008), ou setoriais, e sua distribuição no Brasil pode ser verificada na Figura 3.1.

Figura 3.1 - Usos Consuntivos da Água no Brasil

Fonte - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2019).

A água é importante de tal modo que seu uso precisa ser regulamentado através de legislações pertinentes, com o intuito de se evitar a degradação desse recurso. Em Minas Gerais, o responsável por fazer esse controle é o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), através da Outorga, que é o instrumento legal que assegura ao usuário o direito de utilizar as águas. Com ele, o IGAM gere o uso da água, quantitativa e qualitativamente, autorizando ou concedendo intervenções que alterem a quantidade, a qualidade ou o regime de um corpo de água (INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS, 2022?a).

3.2 Escassez Hídrica

Segundo a Agência Nacional de Águas, entende-se por escassez hídrica a situação, presente ou potencial, na qual não há recursos hídricos suficientes para todos os usos, em determinado sistema hídrico e em determinado período de tempo, por motivos de deficiência na quantidade ou qualidade das águas dos mananciais (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2017).

As crises de escassez hídrica são decorrentes de vários motivos em conjunto, tais como: mudanças climáticas, má gestão dos recursos hídricos, uso indiscriminado da água, dentre

outros. Porém, todos eles se centralizam em uma origem comum, que, segundo Tundisi (2005), consiste no crescimento populacional e na urbanização. Com o passar do tempo, esses fatores fizeram com que aumentasse a gama de possibilidades e tipos de usos múltiplos da água pelo homem, o que acarretou cada vez mais degradações. O autor ressalta ainda que o esgotamento da água tem aumentado devido também às retiradas permanentes e incessantes para diversas finalidades.

Em se tratando da região Sudeste do Brasil em particular, como relata a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2015), a oferta de água para o abastecimento público foi prejudicada significativamente pela redução dos índices pluviométricos. Porém, as causas da escassez hídrica do Sudeste não se resumem aos menores volumes pluviométricos, indicando outros fatores, tais como a gestão da demanda e a garantia de oferta, como abordado por Anazawa (2018). Segundo a autora, um recurso hídrico pode configurar-se em situação de escassez mesmo em áreas sem problemas de volume de água. O que determinará tal classificação será justamente sua aplicação para usos não consuntivos ou consuntivos, que, diferentemente dos primeiros, implicam perdas de volume relacionadas ao que é retirado do curso d'água. Em decorrência dessa diversidade de tipos de uso, o problema mais recorrente é o conflito existente entre eles, relacionados com diversos atores sociais e econômicos com específicos interesses de demanda sobre os recursos hídricos (DO CARMO, 2001).

A Deliberação Normativa número 49, de 25 de março de 2015, do Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CERH-MG, 2015), estabelece as diretrizes e critérios gerais para a definição de situação crítica de escassez hídrica e de restrição de uso da água em Minas Gerais. Segundo essa norma, há três situações de escassez hídrica nas quais a sociedade deve estar alerta, como ressalta o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (2022?b). São elas:

- **Estado de Atenção:** estado de vazão que antecede a situação crítica de escassez hídrica e seu Estado de Alerta, no qual não haverá restrição de uso para captações de água e o usuário de recursos hídricos deverá ficar atento para eventuais alterações do respectivo estado de vazões;
- **Estado de Alerta:** estado de risco de escassez hídrica, que antecede ao estado de restrição de uso, caracterizado pelo período de tempo, em que o estado de vazão ou o estado de armazenamento dos reservatórios indicarem a adoção de ações de alerta para restrição de uso para captações de águas superficiais e no qual o usuário de recursos

hídricos deverá tomar medidas de atenção e se atentar às eventuais alterações do respectivo estado de vazões;

- **Estado de Restrição de Uso:** estado de escassez hídrica caracterizado pelo período de tempo em que o estado de vazão ou o estado de armazenamento dos reservatórios indicarem restrições do uso da água em uma porção hidrográfica. (CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 2015).

Tomando como ponto de partida as fontes de água subterrâneas, seu esgotamento é consideravelmente preocupante, pois sabe-se da importância de tais fontes de água para o atendimento da população e dos mais diversos tipos de atividades socioeconômicas existentes atualmente. No Brasil, por exemplo, aproximadamente 40% dos municípios são abastecidos por água subterrânea e várias cidades suprem todas as suas necessidades hídricas utilizando esse tipo de abastecimento, enquanto em Minas Gerais esse número é de 70% (DE SOUZA et al., 2015).

Tal preocupação cresce ainda mais em decorrência também do descaso com o manejo da água, que muitas vezes é usada sem escrúpulos e consciência quanto à sua limitação. O recurso mais essencial para a existência de vida na Terra vem se esgotando e tendo sua qualidade cada vez mais deteriorada pelas atividades antrópicas, mesmo diante de esforços no intuito de armazenar e reduzir seu consumo (DA SILVA et al., 2019).

Portanto, como a disponibilidade hídrica para a manutenção da vida e das atividades humanas está cada vez menor devido à poluição e esgotamento, é importante que haja um olhar atento para tal problemática. Esse olhar deve vir também dos órgãos públicos responsáveis pela gestão e planejamento dos recursos hídricos, através de práticas efetivas.

3.3 Conservação da Água

Diante da problemática hídrica, portanto, faz-se necessária a existência de normas, legislações e programas que visem ao combate à escassez e ao uso indiscriminado da água, à fiscalização mais efetiva e rigorosa de seus usos, ao combate à poluição, dentre outros.

Como exemplo de normas que tangem a temática da conservação da água pode-se citar a ABNT NBR 16.782, de novembro de 2019, que “estabelece orientações, diretrizes, requisitos e procedimentos para a realização da conservação da água em edifícios, novos e existentes,

combinando ações de gestão da demanda e gestão da oferta, conforme viabilidade técnica e econômica caso a caso” (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2019). Na mesma linha, também há a ABNT NBR 16.783, que trata do uso de fontes alternativas de água não potável em edificações, abordando aspectos de qualidade de água, dimensionamento, uso, operação e manutenção de sistemas não potáveis em edificações (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2019).

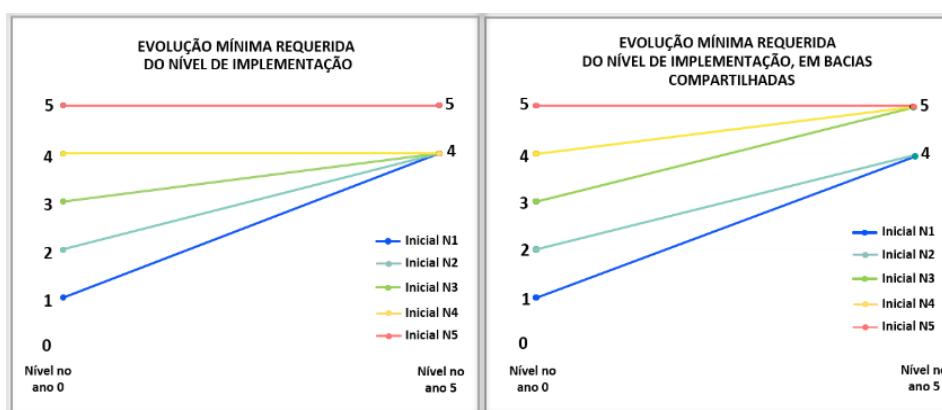
Um exemplo é a Lei 14.546, de 2023, sancionada pelo atual presidente da República, Luiz Inácio Lula da Silva. Esta lei “altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (Lei de Saneamento Básico), para estabelecer medidas de prevenção a desperdícios, de aproveitamento das águas de chuva e de reúso não potável das águas cinzas”. Segundo essa lei, os prestadores de serviço público de abastecimento de água serão obrigados a corrigir as falhas da rede hidráulica, de forma a se evitar vazamentos e aumentar a eficiência do sistema de distribuição. Além disso, é estabelecido que a União estimule o uso das águas de chuva e a reutilização não potável das águas cinzas (devidamente tratadas) em novas edificações e nas atividades paisagísticas, agrícolas, florestais e industriais (BRASIL, 2023).

Com os mesmos objetivos de proteção e conservação da água, a Agência Nacional de Águas (ANA) tem alguns programas instituídos, os quais ajudam a controlar essa questão no Brasil. Um dos exemplos é o “Procomitês”, sigla que significa Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas - CBHs. Esse programa foi instituído pela Resolução da ANA número 1.190, de 3 de outubro de 2016, que aprova o seu regulamento e dá outras providências (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2016a). Sua criação teve como objetivo primordial contribuir para a consolidação dos comitês de bacia hidrográfica como espaços efetivos de implementação da política de recursos hídricos.

Dessa forma, o Procomitês busca superar as dificuldades e fragilidades que possuem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH – bem como os Sistemas Estaduais. Por consequência, ele promove o fortalecimento dos comitês de bacia, criando condições para uma atuação mais efetiva desses colegiados, capacitando-os para um adequado desempenho das suas atribuições legais, em favor da boa gestão dos recursos hídricos no país.

Para se ter o controle do alcance de seus objetivos, o Procomitês estruturou suas linhas de ação com base em Indicadores e Metas, visando orientar e propiciar condições para que os CBHs, ao longo dos cinco períodos anuais de cada ciclo, evoluíssem a partir do nível em que foram classificados ao ingressar no programa. Assim, tais níveis variam de N1 (em estruturação) a N5 (com cobrança aprovada), até atingir o nível pactuado, conforme a Figura 3.2.

Figura 3.2 - Representação da evolução de níveis dos Comitês de Bacias Hidrográficas



Fonte - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2016b)

Além do Procomitês, há o Programa Nacional de Despoluição de Bacias Hidrográficas - Prodes, que se trata de uma iniciativa inovadora da ANA para o tratamento do esgoto urbano, visando reduzir riscos à saúde dos ecossistemas e da população. Ele foi instituído pela Resolução da ANA número 601, de 25 de maio de 2015, que aprova seu regulamento para o exercício de 2015 e dá outras providências.

Conforme descrito pela ANA, o Prodes se dá através de um estímulo financeiro concedido pela União aos prestadores de serviço de saneamento que investirem na implantação e operação de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's). Dessa forma, como consta no artigo 1º da referida resolução de 2015, seus objetivos são:

I – reduzir os níveis de poluição hídrica observados nas bacias hidrográficas do País;
e

II – induzir a implantação de sistemas de gerenciamento de recursos hídricos e a implementação dos instrumentos de gestão, conforme previsto na Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (ANA, 2015).

Há ainda o Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (Progestão), que também se dá através de incentivo financeiro, porém com o objetivo de pagamento por alcance de metas definidas entre a ANA e as entidades estaduais, com base em normativos legais. Por isso, ele foi criado para fortalecer a gestão das águas por todo o país, de forma integrada, descentralizada e participativa, promovendo, consequentemente, o uso múltiplo e sustentável dos recursos hídricos

Por fim, pode-se citar o Programa Produtor de Água, idealizado pela ANA em 2001, e que passou por uma série de modificações nos anos de 2005 e 2006, quando foi ampliado seu escopo, passando a considerar também o pagamento de incentivos para as práticas vegetativas (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO, 2008).

Esse programa foca no produtor rural, incentivando-o a investir em ações que ajudem a preservar a água. Ao mesmo tempo, eles recebem apoio técnico e financeiro para implementação de práticas conservacionistas. Assim, como consta no endereço eletrônico da ANA, o produtor tem o ganho econômico da sua produção e, ainda, melhora a quantidade e a qualidade da água da região, beneficiando a todos.

Porém, é prudente lembrar que somente os programas de proteção dos cursos d'água e afins não são suficientes para solucionar o problema da escassez e da degradação das águas. É importante que cada indivíduo também faça sua parte, contribuindo para o combate à poluição e ao desperdício, por exemplo, buscando formas alternativas de captação de água doce. Nesse sentido, a instalação de um Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) configura uma alternativa viável e eficiente, pois substitui o consumo de água potável em usos que não demandem condições de potabilidade, além de exigir baixo investimento.

3.4 Sistemas de Aproveitamento de Água Pluvial

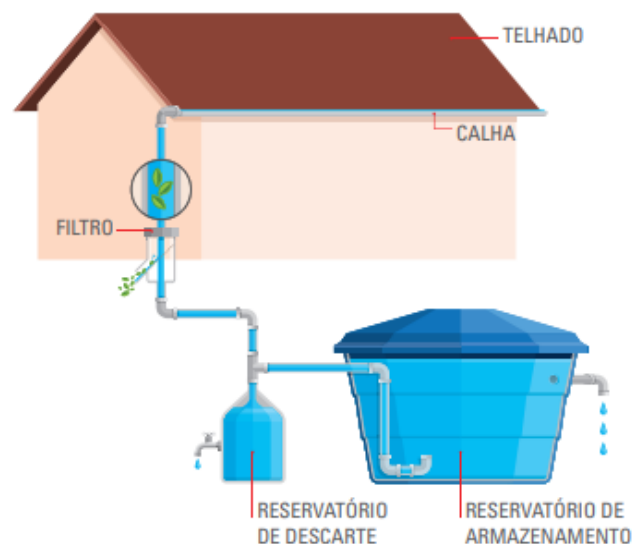
Originalmente, em grandes cidades europeias, os sistemas de captação e aproveitamento de água pluvial (originária das chuvas) tinham como principal objetivo a minimização das frequentes enchentes urbanas, ocasionadas principalmente pela impermeabilização do solo devido à urbanização (COLLA, 2008).

Assim, essa técnica pode ser aplicada até mesmo dentro das residências, em atividades que não necessitem de água potável, como forma de reduzir de forma significativa o consumo nas residências, contribuir para o combate ao desperdício, à escassez de água, além de controlar o escoamento superficial e consequentes intemperismos e erosões (JÚNIOR, 2020).

Os usos domésticos não potáveis são aqueles que não requerem níveis de qualidade tão altos quanto à potabilidade. Nessa classificação, a água pode ser destinada, por exemplo, para fins agrícolas (fertilirrigação de plantas alimentícias, tais como árvores frutíferas, cereais, etc., e plantas não-alimentícias, tais como pastagens e forrageiras, e ainda dessedentação de animais); e para fins que podem ser explorados tanto no meio urbano, quanto rural, como: rega de jardins, plantas ornamentais e gramados, para descargas sanitárias, lavagem de pavimentos e veículos, dentre outros (DE REZENDE, 2016).

A forma mais prática e mais aplicada de sistema de coleta e aproveitamento de água da chuva é utilizando-se dos telhados das residências. A água da chuva cai nos telhados e escoar por condutores verticais e horizontais que direcionam a água para um reservatório, como é mostrado na Figura 3.3 (JÚNIOR, 2020).

Figura 3.3 - Esquema de um Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial



Fonte - IPT (2015)

3.5 Elementos e Etapas do Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial

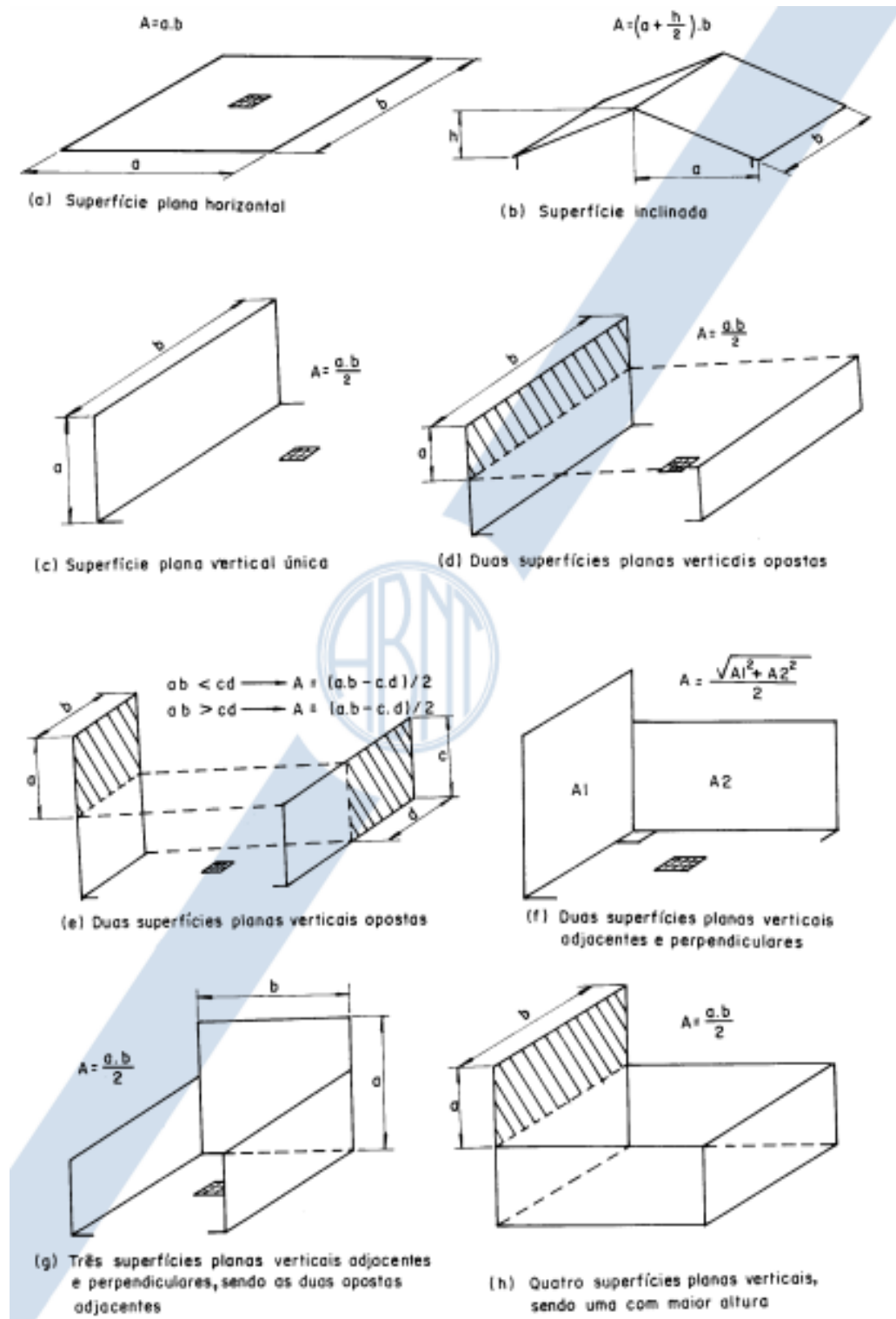
Segundo Tomaz (2010), os principais componentes para captação e aproveitamento de água de chuva são os seguintes:

3.5.1 Áreas de Contribuição e Captação

Geralmente a captação da água é feita nos telhados das residências ou indústrias, a depender de onde será a aplicação do sistema. Segundo o autor, podem ser telhas cerâmicas, de fibrocimento, de zinco, de ferro galvanizado, de concreto armado, de plásticos, telhado plano revestido com asfalto, dentre outras. Quanto ao seu posicionamento, o telhado pode estar inclinado, pouco inclinado ou plano.

A área de contribuição corresponde à soma das áreas das superfícies que, interceptando chuva, conduzem águas para determinado ponto da instalação, já a área de captação envolve toda a superfície que poderá captar a água da chuva. Conforme a norma NBR 10.844 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989), a área de contribuição pode ser calculada conforme indicações representadas na Figura 3.4.

Figura 3.4 - Indicações de cálculos da área de contribuição para aproveitamento de água pluvial

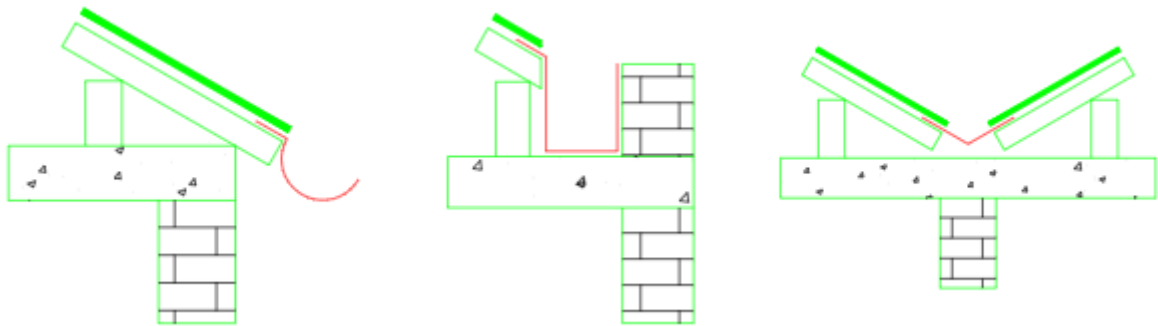


Fonte - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10.844 (1989).

3.5.2 Calhas e Condutores

A água captada pela cobertura dirige-se para o ponto mais baixo, por gravidade (beiral, encontro com outros planos inclinados ou ralos). Nestes devem ser instaladas as calhas que conduzem a água para as tubulações coletoras. As calhas apresentam geralmente as seções em forma de V, U, semicircular, quadrada ou retangular (LUCAS, 2016). Na Figura 3.5 são apresentadas três formas de instalação de calhas, abordadas por Ghisi (2005).

Figura 3.5 - Tipos de calhas: calha de beiral, calha de platibanda e calha de água-furtada, respectivamente.



Fonte - Ghisi (2005).

Por sua vez, os condutores podem ser verticais ou horizontais e, segundo Tomaz (2010), sua constituição pode ser de PVC ou metálica.

O dimensionamento das calhas e condutores também é abordado na norma NBR 10844/1989 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989), que estabelece a fórmula de Manning-Strickler para o cálculo (Equação 3.1).

$$Q = K \times \frac{S}{n} \times R_H^{2/3} \times i^{1/2}$$

Onde:

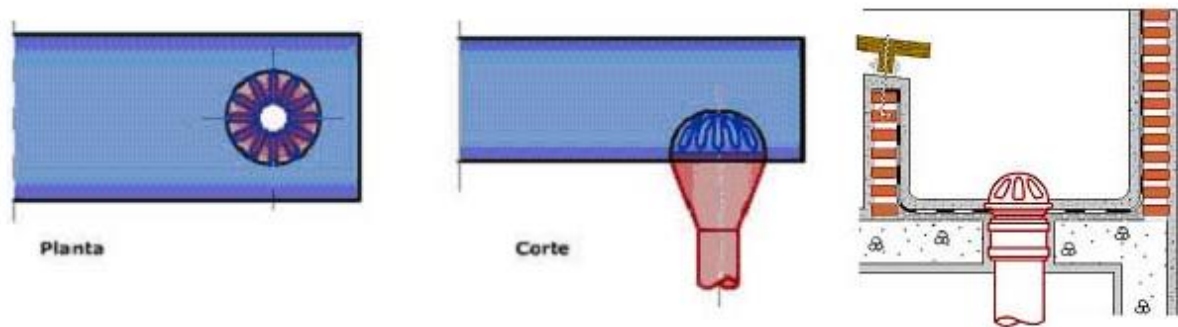
- Q = Vazão de Projeto (L/min);
- K = 60.000

- S = Área da Seção Molhada (m^2);
- R_H = Raio Hidráulico (m);
- i = Declividade da calha (m/m).

3.5.3 Grelha ou Ralo Hemisférico

A grelha ou ralo hemisférico é instalado na entrada dos condutores verticais e tem por finalidade permitir somente o escoamento de águas pluviais, bloqueando a passagem de folhas e outros objetos que possam causar o entupimento do sistema. Assim, pode-se remover os materiais em suspensão. A representação esquemática de sua instalação pode ser constatada na Figura 3.6.

Figura 3.6 - Esquema de instalação de grelha hemisférica na tomada d'água de condutor vertical ao fundo da calha



Fonte - Gnipper (2012).

3.5.4 Descarte da Primeira Água da Chuva

O descarte das primeiras chuvas ou *first flush* é um procedimento simples e recomendável para limpeza da água da chuva. Se trata da remoção dos primeiros milímetros de chuva, devido à concentração de poluentes tóxicos dispersos na atmosfera, além da poeira, fuligem e materiais orgânicos que podem se acumular nas coberturas e calhas (SILVA, 2014).

3.5.5 Reservatório

O reservatório, também chamado de cisterna, a depender do tipo aplicado, é o compartimento responsável por armazenar toda a água captada e transportadas pelas calhas e condutores.

Tomaz (2010) afirma que os reservatórios podem estar apoiados, enterrados ou elevados. E seu material pode consistir em concreto armado, alvenaria de tijolos comuns, alvenaria de bloco armado, plásticos, poliéster, dentre outros.

3.5.6 Extravasor

O extravasor, também conhecido como ladrão, deve ser instalado diretamente no reservatório e deve contar com dispositivo que impeça a entrada de pequenos animais (TOMAZ, 2010).

3.6 Estudos de Caso - Captação e Aproveitamento de Água Pluvial

Visando avaliar a questão da viabilidade da implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais, por envolver vários equipamentos, mão-de-obra e fatores ambientais que interferem na sua eficiência, é importante analisar casos de sua aplicação e os resultados já obtidos.

3.6.1 Aproveitamento de Água Pluvial em Instituição de Ensino em Santa Catarina

Diversos exemplos também voltados para fins não potáveis já foram aplicados e tiveram retorno positivo no âmbito econômico. Um exemplo foi um estudo de caso voltado ao SENAI/Florianópolis, Centro de Tecnologia em Automação e Informática, localizado na cidade de Florianópolis, em Santa Catarina. Nele foi feita uma pesquisa de mercado para levantar os preços médios dos materiais, equipamentos e mão-de-obra à época, entre outros custos existentes. E, com base na economia mensal de água potável gerada e no custo total de implantação do sistema, estimou-se que o período de retorno do investimento seria de quatro anos e dez meses. Assim, concluiu-se como economicamente viável a implantação do sistema, já que proporcionaria grande potencial de economia de água potável, trazendo benefícios financeiros em médio prazo, além de benefícios ambientais (MARINOSKI, 2007).

3.6.2 Captação de Água Pluvial em Zona Rural no Rio Grande do Sul

Outro estudo já feito, neste caso, voltado para a zona rural (que é foco do presente trabalho), se deu em uma propriedade agrícola orgânica no município de Vera Cruz, no Rio Grande do Sul. O objetivo desse trabalho, elaborado por Wartchow e Nicknig (2015), foi avaliar o potencial de

captação de águas pluviais no local, dimensionar o sistema de captação e caracterizar a água precipitada. A partir daí, buscou-se, então, propor formas simplificadas de tratamento, adequando a água captada para os diversos usos dentro da propriedade rural, inicialmente aplicando-a em um sistema de irrigação por gotejamento.

Para o desenvolvimento do trabalho, propôs-se, como metodologia, a realização de um estudo do regime hidrológico na região alvo para determinar se a distribuição temporal de chuvas seria adequada para uma suficiente recarga do reservatório. Os autores utilizaram dados de precipitação de quatro estações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) na região e selecionaram o período crítico dentro destas séries. Assim, eles aplicaram o método da simulação, baseando-se, à época, na NBR 15.527 de 2007: Água da Chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos (que, mais tarde, em 2019 seria modificada e atualizada, passando a denominar-se NBR 15.527/2019). Foi estimado um volume a ser reservado para atendimento de 80% do tempo, no pior período da série histórica e projetou-se a captação de água da chuva de parte do telhado da propriedade através da NBR 10844/1989. Também foi estimada a vazão a ser suportada em situação de vazão máxima. Por fim, após início da operação do sistema, os autores objetivam coletar amostras da água captada e analisar parâmetros de qualidade para determinar a necessidade de tratamento (WARTCHOW; NICKNIG, 2015).

Como resultados obtidos pelos autores, aferiu-se que todas as estações pluviométricas consultadas possuíam microclima similar ao local do projeto, supondo-se, conseqüentemente, que a precipitação no local é aproximada àquela dos pontos cujos dados foram colhidos. O regime de chuvas na região se mostrou ideal.

O método da simulação utilizado se dá da seguinte forma: através da incidência diária de chuva e de uma demanda estipulada por dia, incluída a água de descarte, é feita uma simulação da variação do volume no regime de chuvas apresentado. Esse método determinou que com um reservatório de 4 mil litros, seria suprida a demanda de 200 litros/dia de água em 80% do tempo do período de maior estiagem entre os dados pluviométricos analisados. Assim, segundo Wartchow e Nicknig (2015), o baixo custo de investimento, diante do volume possível de

acumulação, foi o maior diferencial do projeto. Além disso, ele possibilitou reduzir o stress hídrico sobre o manancial local, reduzir custos com água potável e, possivelmente, ajudará na maior produtividade da horta orgânica, enquanto apresenta um baixo custo, fácil manejo e implementação.

3.6.3 *Aproveitamento de Água Pluvial em Zona Rural no Paraná*

Também voltado ao aproveitamento de águas pluviais em zona rural, foi feito, em 2015, um estudo no município de Marechal Cândido Rondon, no Paraná. O trabalho, realizado por Regelmeier e Kozerski, teve como objetivo demonstrar que as coberturas e telhados existentes nas propriedades rurais podem auxiliá-las principalmente em períodos de estresse hídrico, através da captação de água da chuva. O projeto proposto também foi baseado em casos de êxito ocorridos em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul.

O trabalho utilizou-se de pesquisas em publicações oficiais, dados obtidos por cooperativas e empresas atuantes na área e dados do Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE no município alvo de estudo. Foram pesquisadas também a produção anual de animais, as empresas e número de propriedades e verificou-se o regime de chuvas do local.

Levando em conta os critérios estabelecidos a partir das pesquisas, foi definido como ideal um reservatório enterrado (Cisterna), revestido e coberto com geomembrana de PEAD (Polietileno de Alta Densidade) e que o volume de 500 mil litros seria satisfatório para o início do projeto. Este seria, portanto, constituído por três processos básicos: sistema de coleta, sistema de filtração e sistema de armazenamento.

Para o dimensionamento da cisterna os autores consideraram, como variáveis, seu volume necessário e em seguida a área de telhado necessária para captação. A primeira variável foi obtida através da Equação 3.2.

$$V_c = (V_d \times N_{dia}) + 10\% \quad (3.2)$$

Onde:

- V_c = Volume da cisterna (m^3)
- V_d = Volume da demanda de água diária (m^3)
- N_{dia} = número de dias de armazenagem (15 dias)
- 10% = acréscimo no cálculo do volume em função da evaporação.

Para a área do telhado, foram escolhidas 3 propriedades diferentes como objeto de estudo, cujos consumos de água também foram levantados.

Diante dos valores obtidos, concluiu-se como viável a implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva, considerando também suas vantagens, como sustentabilidade, eficiência e economia.

3.6.4 *Aproveitamento de Água Pluvial em Instituição de Ensino em Minas Gerais*

Por fim, é importante apresentar também um caso de um projeto similar aplicado no estado de Minas Gerais, tal como o proposto no presente trabalho. Nesse projeto foram propostos a captação e o aproveitamento de água de chuva para fins de irrigação na Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas Unidade São Gabriel, em Belo Horizonte – MG.

No caso, foi desenvolvido um estudo científico em trabalho já concluído em que foi calculado o volume de água que poderia ser captado na cobertura predial. Em seguida, comparou-se o resultado com a demanda de irrigação existente na Universidade. Os resultados indicaram que o sistema de captação de água de chuva proposto para a PUC, Unidade São Gabriel, armazenaria água suficiente para atender às áreas de jardim acerca do prédio estudado. Além disso, o estudo de viabilidade econômica feita em torno da implantação do sistema proposto indicou um projeto viável, utilizando um reservatório de água de chuva com volume de $15 m^3$ (NUNES, et al., 2019).

3.7 **Parâmetros e Qualidade da Água da Chuva**

Para tratar sobre os parâmetros estabelecidos e a qualidade da água das chuvas que serão captadas e reaproveitadas, é necessário, antes, ressaltar quais são os usos não potáveis definidos

pela norma NBR 15.527 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019) para edificações. O item 4.1.7 informa que a norma abrange:

- Sistemas de resfriamento a água;
- Descarga de bacias sanitárias e mictórios, independentemente do sistema de acionamento;
- Lavagem de veículos;
- Lavagem de pisos;
- Reserva técnica de incêndio;
- Uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos);
- Irrigação para fins paisagísticos.

Assim, os parâmetros mínimos de qualidade da água para esses usos não potáveis, tratados no item 4.6.3 dessa norma, correspondem aos coliformes (*Escherichia coli*), à turbidez e ao pH. A contagem de coliformes (a cada 100 mL de água) deve ser menor que 200 organismos por 100 mL, requisito este que, como aborda a norma, é comprovado através de análise de presença/ausência, sendo que será atendido em caso de ausência. Já a turbidez deve ter um valor máximo de 5,0 uT (unidades de turbidez) para todas as amostras. Por fim, o pH deve permanecer na faixa de 6,0 a 9,0, devendo-se prever seu ajuste para proteção das tubulações, caso necessário.

O item 4.6.9, por sua vez, trata justamente dos procedimentos a serem tomados em caso de contaminação da água do sistema de aproveitamento de água pluvial, que são:

- Suspender a utilização da água da chuva contaminada;
- Repetir a análise para confirmação da contaminação;
- Caso confirmado, determinar e eliminar a sua causa e submeter o sistema a procedimentos que restaurem as condições de preservação da qualidade requerida da água;
- Restaurar a distribuição após sanado o problema.

Antes da reservação, para o alcance dos parâmetros mínimos mencionados, a água da chuva deve passar por um pré-tratamento, através de grades e telas que promovem a remoção de sólidos indesejáveis (detritos, folhas, insetos, dentre outros), que devem ser retidos e ou desviados, como informa o item 4.3 da NBR 15.527.

Porém, caso esse pré-tratamento não seja suficiente, um tratamento adicional se faz deverá ser feito, em função da destinação final da água e da qualidade requerida, e ocorrerá por meio de soluções físicas e químicas, de modo a atingir os parâmetros necessários.

Também é importante ressaltar, por fim, a importância de se realizar periodicamente a inspeção e manutenção dos componentes do sistema. A Tabela 3.1, que consta na norma NBR 15.527 de 2019, apresenta a frequência de manutenção ideal para cada componente do sistema de aproveitamento de água pluvial.

Tabela 3.1 – Frequência de Manutenção dos Componentes do Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial, se existir	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Calhas *	Inspeção semestral, limpeza quando necessário
Área de captação, condutores verticais e horizontais	Inspeção semestral, limpeza quando necessário
Dispositivos de desinfecção	Inspeção mensal
Bombas	Inspeção mensal
Reservatório	Inspeção anual, limpeza quando necessário

* Além da limpeza deve ser realizada verificação da existência de formação de áreas de acúmulo de água e eliminação quando necessário, para evitar a proliferação de vetores, em especial mosquitos.

Fonte - Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 15.527 (2019).

É importante ressaltar que a norma também alerta para o risco de contaminação da água pela possível utilização de produtos nocivos à saúde humana na área de captação. Nesse caso, o sistema deve ser desconectado, interrompendo o processo, para impedir que esses produtos cheguem ao reservatório. E a reconexão deve ser feita apenas após lavagem adequada, zerando-se o risco de contaminação.

4 METODOLOGIA

4.1 Métodos de Trabalho

Com isso, a metodologia utilizada para a execução do trabalho e, conseqüentemente, para o alcance dos objetivos mencionados, trata-se do Estudo de Caso. Seguindo esse método, pode-se fazer um estudo profundo do objeto de estudo, que no caso é a propriedade rural e suas características que influenciam as condições para o aproveitamento da água da chuva. Isso é possível através da organização de dados e reunião de informações, como acerca da meteorologia do local e das condições de instalação do sistema na propriedade (PEREIRA; GODOY; TERÇARIOL, 2009).

De forma geral, o trabalho foi baseado em duas partes principais. A primeira delas trata-se de pesquisas e fundamentação teórica em artigos e trabalhos acadêmicos acerca das problemáticas que envolvem os recursos hídricos, especialmente a diminuição de sua disponibilidade. Dessa forma, utilizou-se de trabalhos e dados acerca das questões relacionadas à escassez de água devido às mudanças climáticas, por exemplo, além do elevado consumo e do manejo inadequado desse recurso, com foco para a área rural e as atividades que nela ocorrem, afetando os corpos hídricos das mais diferentes formas, sejam eles rios, córregos ou mesmo os lençóis freáticos.

Por conseguinte, também foram usadas como referência dissertações acerca das possibilidades de soluções para tais problemas, de forma a se buscar, em diferentes âmbitos, maiores níveis de sustentabilidade e preservação dos corpos d'água. O foco, portanto, é a proposta do sistema de captação e armazenamento de água da chuva, como forma alternativa para a redução do consumo excessivo de água. Nesse sentido, foram utilizados exemplos de trabalhos que tratam de casos recentes em que já foram aplicados sistemas semelhantes, abordando-se as características das áreas de implementação, os tipos de sistemas, sua forma de funcionamento, seus diferentes objetivos e os conseqüentes resultados.

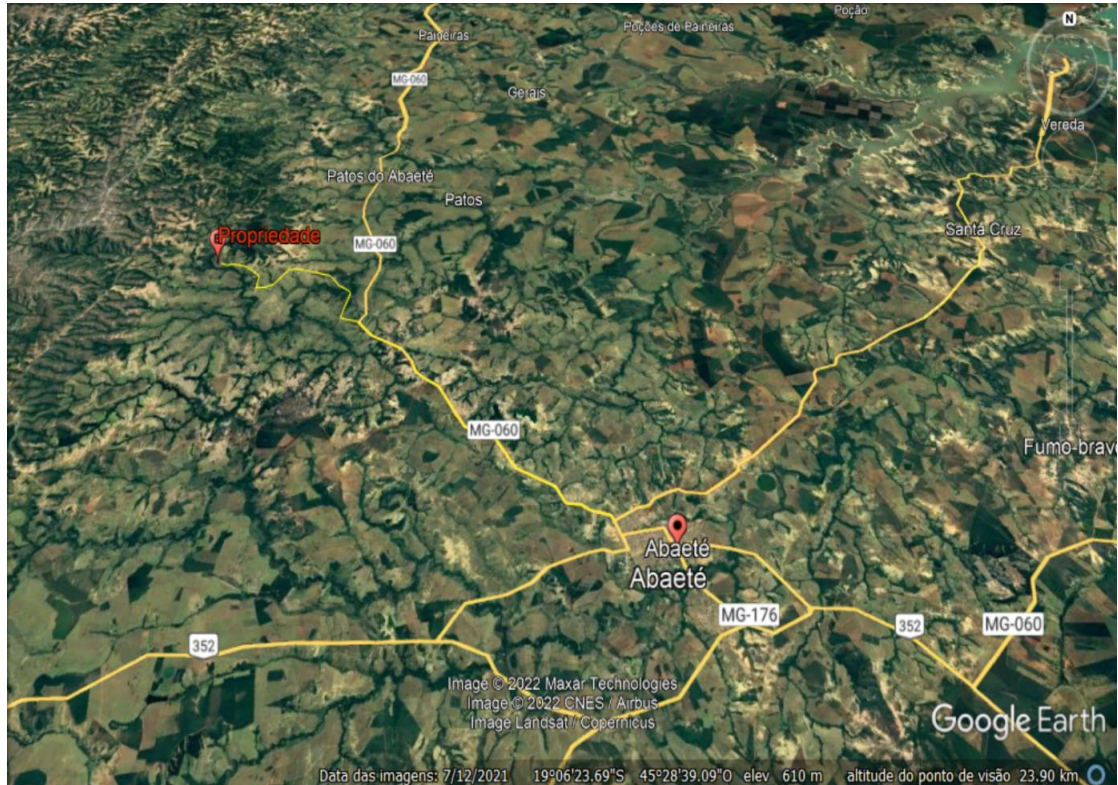
Já a segunda parte do presente trabalho trata-se do seu âmbito prático, desde a avaliação das demandas não potáveis externas da propriedade até o cálculo do reservatório de armazenamento

de águas pluviais. Incluiu também a análise de viabilidade da instalação e funcionamento dos materiais e equipamentos que constituem o sistema, bem como dos métodos através dos quais se dá sua implementação. Para tal é necessária a avaliação dos possíveis locais para sua instalação dentro da propriedade, além das categorias mais favoráveis em termos econômicos e de funcionamento, de forma a otimizar sua eficiência e os seus resultados, diante de cada objetivo exposto.

4.2 Caracterização da Área de Estudo

A propriedade rural para a qual está sendo proposta o projeto de sistema de aproveitamento de águas pluviais está localizada na zona rural do município de Abaeté-MG, a cerca de 23 km de distância da cidade, conforme imagem de satélite mostrada na Figura 4.1. Ela é caracterizada por conter um quintal que conta com um pomar e um jardim que totalizam cerca de 2 hectares, além de uma área de pastagem que abrange de 9 a 10 hectares. A região de Abaeté tem como característica muitas variações de relevo, a existência de diferentes recursos hídricos (tal como descrito adiante) e um clima tropical semi-úmido, geralmente quente, com verões chuvosos e invernos secos. Segundo o Instituto de Geociências Aplicadas, as temperaturas têm média máxima anual de 29,2°C, entre dezembro e janeiro, média mínima anual de 16,4°C (entre junho e julho) e média anual de 22,1°C. As chuvas ocorrem no período de outubro a março e a estação seca, nem sempre bem definida, nos meses de junho a outubro (Instituto de Geociências Aplicadas - IGA, 1979, p. 21 apud COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM, 2010).

Figura 4.1 - Vista Aérea da Região da Propriedade Rural, localizada no Município de Abaeté-MG



Fonte - Google (2023)

Para os objetivos do trabalho, é importante caracterizar tanto a região, quanto a área da propriedade em si. O município de Abaeté está localizado na Mesorregião Central Mineira e, mais especificamente, na Microrregião de Três Marias. Na região predomina o solo do tipo Latossolo Vermelho distrófico, que, segundo Freitas et al. (2014), caracteriza-se por uma textura franco-arenosa.

Por sua vez, o clima da região pertence ao tipo Cwa, pelo sistema de Köppen, com precipitação média anual de 1.400 mm (JÚNIOR; NETO; ALMADO, 2003). Segundo a Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2022?), tal classificação significa que o clima é subtropical de inverno seco (com temperaturas inferiores a 18°C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22°C) e predomina nas regiões serranas do centro sul do estado de Minas Gerais e no norte das serras do Espinhaço e Cabral.

É importante ressaltar também a hidrografia de Abaeté, mais especificamente da região da chamada Serra do Tigre, onde está localizada a propriedade. Logo ao fundo dela, dentro de seu próprio território, passa um córrego, denominado Córrego Pequeno, que, inclusive, também auxilia na dessedentação animal. Porém, na época da seca, muitas vezes isso se torna impossível, já que ele se secciona, formando poços d'água espaçados que, frequentemente, são inacessíveis.

O córrego, originário da junção entre outros dois (Córrego dos Bois e Córrego das Pedras), se junta a outro vizinho, denominado Córrego do Quati, formando o Ribeirão São Vicente. Este, por sua vez, se une a vários outros cursos d'água, como o Córrego Forquilha, na região da Represa de Três Marias, desaguardando, finalmente, no Rio São Francisco. A área de estudo encontra-se, portanto, na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos do entorno da Represa de Três Marias, como mostra o mapa fornecido pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (2009), presente no ANEXO A desse trabalho. Demarcado por um contorno em verde, está um trecho do Ribeirão São Vicente, mais próximo à região da propriedade.

Em uma análise preliminar feita durante uma visita ao local, verificou-se que a propriedade conta com duas cisternas de captação de água subterrânea, através de bombas. Uma delas, com melhor qualidade, destina-se ao abastecimento humano (ingestão, banheiros e pias) e a outra destina-se ao enchimento de tanques (ou bebedouros) para o rebanho. Entretanto, como dito anteriormente, a questão das secas é um problema e não atinge somente os cursos d'água superficiais. Os lençóis subterrâneos também secam, comprometendo, por conseguinte, essa captação, principalmente na cisterna dos animais.

Por isso, o projeto de um sistema de captação e armazenamento de água pluvial para esse local surge como alternativa pela busca por um menor consumo de água, não somente na região de aplicação, mas como iniciativa para a zona rural brasileira como um todo. Afinal, é um projeto que ajuda na diminuição dos riscos de escassez de água, permite a irrigação das plantas de uma forma sustentável, até mesmo próxima à natural, já que se origina da chuva, também possibilita a utilização da água para lavagem de áreas comuns, calçadas e até carros.

4.3 Levantamento de Dados Característicos do Local de Aplicação

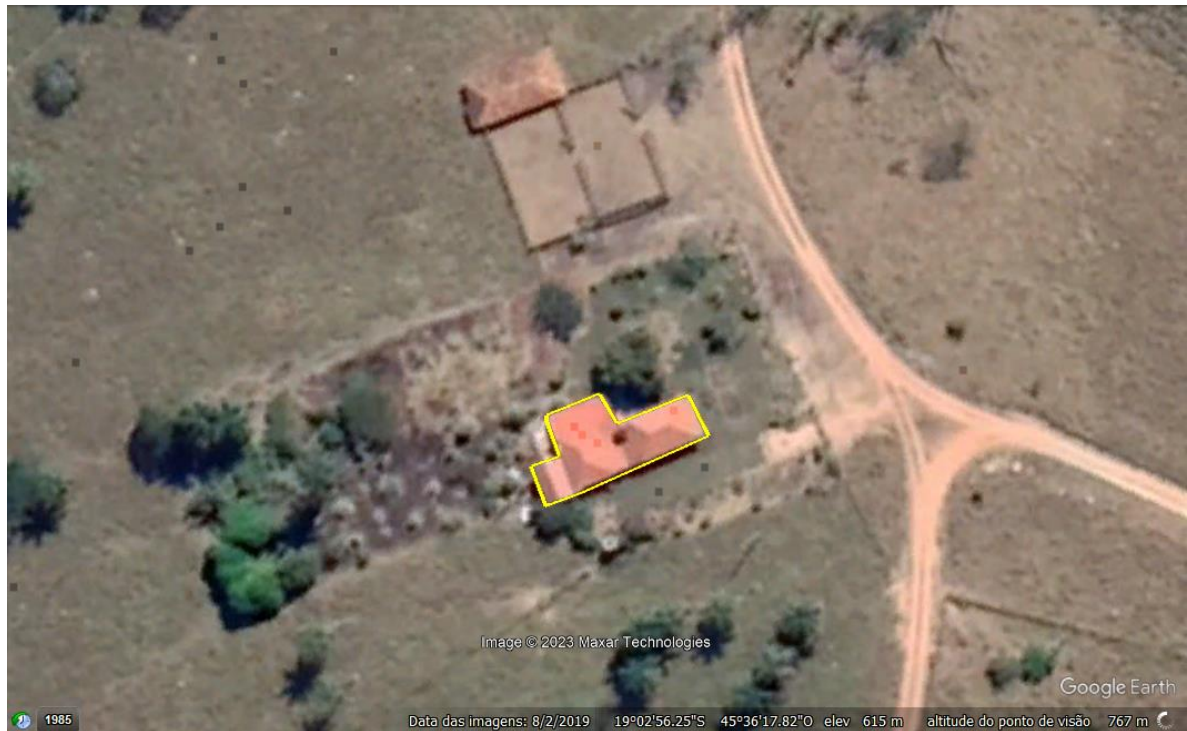
Porém, o processo do aproveitamento em si não se baseia simplesmente na instalação das calhas, condutores e reservatórios. Para isso, deve-se ter um estudo prévio das condições (naturais e artificiais) que o local oferece para tais medidas e é justamente isso que o projeto propõe. Logo, ele envolve, por exemplo, antes da definição do modelo do sistema, a definição dos pontos fundamentais da instalação, a forma que a captação da água da chuva deve ser feita, o lugar ideal para coletar a maior quantidade de água possível, as modificações necessárias no telhado para otimizar o escoamento, se for o caso, definição da área de captação do telhado, análise da pluviosidade local, além do levantamento das demandas da água não potável na propriedade.

Assim, para esta parte, o trabalho tem como norte essencialmente a NBR 15.527, de abril de 2019, que trata dos requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis. Embora a aplicação do projeto proposto seja voltada para uma área rural, tal norma, mesmo sendo direcionada a áreas urbanas, será de grande auxílio por focar nos fins não potáveis, que são exatamente o intuito do mesmo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019). Como afirmam Wartchow e Nicknig (2015), não há objeções quanto a sua aplicação em zonas rurais, desde que seus métodos se apliquem em edificações similares, como na residência cujo telhado captará água para este sistema.

4.3.1. Cálculos da Área do Telhado da Propriedade Rural

A área de captação de águas pluviais deve ser calculada para a obtenção do volume de água de chuva a ser captado, em metros cúbicos. Essa área corresponde a parte da área do telhado da propriedade rural, que é apresentado na Figura 4.2, retirada do Google Earth Pro.

Figura 4.2 - Vista Aérea do Telhado da Residência da Propriedade Rural



Fonte – Google (2023)

A NBR 15.527, de abril de 2019, determina que a água seja sempre coletada do telhado e não do chão, para se evitar o contato com excesso de bactérias, metais pesados e fluidos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019). Por isso, é necessário também se fazer a medição das dimensões do telhado, pois ele será utilizado para a captação da água pluvial e, portanto, tem relação direta com o volume a ser drenado e, posteriormente, armazenado em reservatório. Essa mensuração foi feita *in loco* com a utilização de uma trena manual de aço de 5 metros de comprimento (Figura 4.3).

Figura 4.3 - Trena Manual de Aço de 5 metros de Comprimento



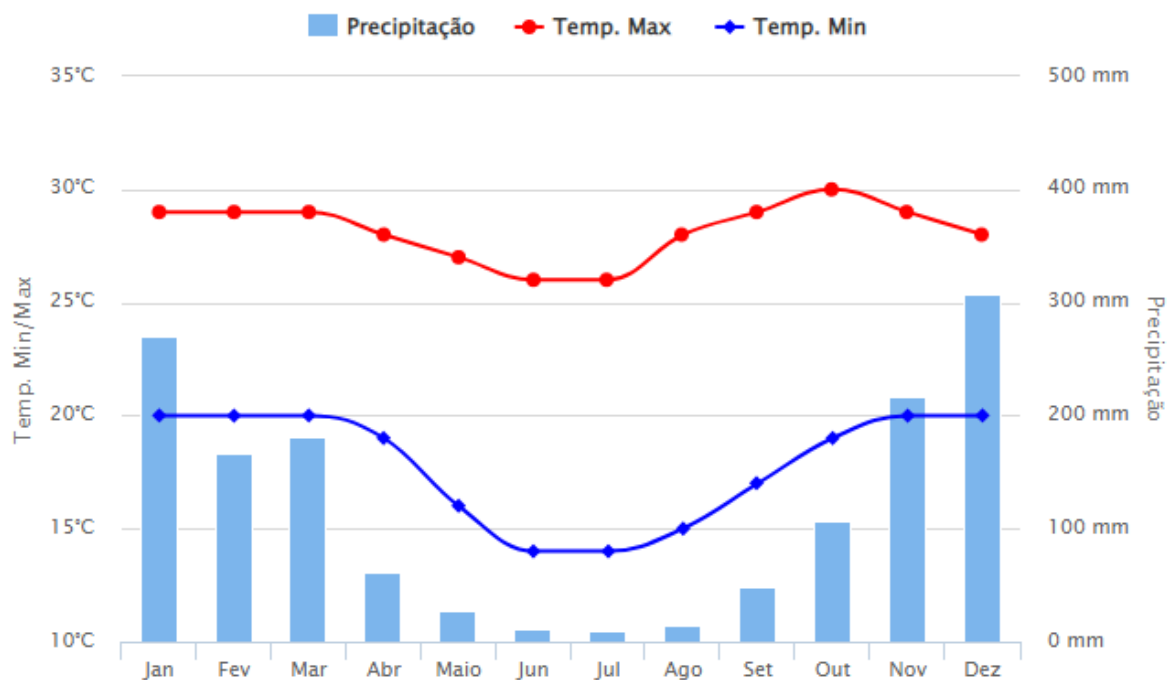
Fonte - O autor (2023)

Assim que medidas as dimensões de cada partição (apresentadas no Apêndice A deste trabalho), foi calculada a área de captação de águas pluviais, com o auxílio da metodologia da NBR 10.844 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989), que estabelece as indicações de cálculos da área de contribuição para aproveitamento de água pluvial, conforme descrito no item 3.5.1 da Revisão Bibliográfica do presente trabalho.

4.3.2 Avaliação da Pluviosidade da Região de Abaeté-MG

Também faz parte da metodologia do trabalho a pesquisa mais aprofundada acerca da pluviosidade de Abaeté-MG, já que é uma variável incluída no cálculo do volume de água de chuva a ser captado. Para isso, foram consultadas diferentes fontes que fornecessem dados climatológicos do município e da região circundante.

Primeiramente, foi feito um levantamento de dados do ClimaTempo, para o município, o qual é apresentado na Figura 4.4.

Figura 4.4 - Climatologia e Histórico de Previsão do Tempo em Abaeté-MG

Fonte – Climatempo (2023)

Os dados apresentados na Figura 4.4, representam o comportamento da chuva e da temperatura (máximas e mínimas) ao longo do ano. Para possibilitar uma análise mais completa, optou-se também pela busca de dados climáticos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Para tanto, buscou-se fazer um levantamento das “Normais Climatológicas” para o município de Abaeté-MG. Em linhas gerais, pode-se dizer que as Normais Climatológicas são valores obtidos a partir de uma série de dados de 30 anos observados (INMET, 2020). Dessa forma, é possível identificar as épocas mais chuvosas e mais secas e aquelas mais quentes e mais frias da região do município de Abaeté. Na Tabela 4.1 são apresentados os valores de Normais Climatológicas para o município de Abaeté-MG.

Tabela 4.1 – Valores de Normais Climatológicas para o Município de Abaeté-MG

Mês	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	20°	29°	271
Fevereiro	20°	29°	167
Março	20°	29°	182
Abril	19°	28°	61
Maio	16°	27°	27
Junho	14°	26°	11
Julho	14°	26°	10
Agosto	15°	28°	14
Setembro	17°	29°	49
Outubro	19°	30°	106
Novembro	20°	29°	217
Dezembro	20°	28°	307

Fonte – Climatempo (2023)

Assim, pode-se obter a precipitação média anual do município, por meio da soma dos valores de cada mês. Esse cálculo fornece um total de 1422 milímetros de chuva como a média anual para o município de Abaeté-MG para os últimos 30 anos.

Em seguida, como tentativa de comprovação desse valor e para efeito comparativo, utilizou-se o documento de Elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico de Abaeté-MG, de dezembro de 2014, elaborado pela COBRAPE (Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos). Além do diagnóstico e prognóstico relacionados ao saneamento básico do município (abastecimento de água e esgotamento sanitário), esse documento também fornece informações acerca da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco; aspectos históricos e culturais do município; características gerais como demografia, educação e saúde; e também aspectos físicos, dentre os quais se situa o clima local, que, segundo o Plano, é do tipo úmido, com temperatura média anual na faixa de 19°C a 25°C, período chuvoso de outubro a março e, finalmente, pluviosidade média anual entre 1.350 mm e 1.550 mm.

O resumo dos dados pluviométricos obtidos em cada uma das fontes de pesquisa mencionadas é apresentado na Tabela 5.2.

Uma vez que obtidos os valores desses parâmetros pode-se caminhar para os cálculos do volume de água de chuva a ser captado e do volume do reservatório de armazenamento das águas de chuva.

4.4 Avaliação de Demandas e Usos da Água (Fins Não Potáveis) e Cálculo do Volume do Reservatório

Também objetos de cálculo são as áreas que devem ser constantemente lavadas, que incluem uma área gourmet, uma varanda e uma garagem, além das calçadas ao redor da residência. Este cálculo também foi feito com o auxílio de uma trena e é importante para se fazer uma relação entre o total de metros quadrados que receberão água destinada à limpeza e a quantidade de água ideal a ser armazenada para atender a este fim.

Igualmente, também foi estimada a quantidade média de água que é consumida na rega das plantas do jardim e do pomar. Para esse cálculo, foram levados em conta os seguintes fatores:

- Quantidade total de plantas que necessitam de rega;
- Área total do quintal da propriedade, abrangendo o jardim e o pomar;
- Volume de água gasto para as plantas.

Dessa forma, pode ser estimado o volume de água destinado à rega do jardim.

Assim, a estimativa das demandas não potáveis abrange os diferentes usos na propriedade, tanto internos quanto externos, considerando o número de moradores da habitação (GONÇALVES, 2006). Logo, para o seu cálculo, deve ser utilizada a Equação 4.1.

$$Q_{NP} = Q_{INT} + Q_{EXT} \quad (4.1)$$

Onde:

- Q_{NP} = somatório das demandas não potáveis (L/d);
- Q_{INT} = somatório das demandas internas (L/d);
- Q_{EXT} = somatório das demandas externas (L/d).

As demandas internas, segundo Gonçalves (2006), correspondem ao consumo de água pelos equipamentos localizados dentro da residência da propriedade, como pelas descargas de vasos sanitários e máquina de lavar. Para o cálculo das Demandas Não Potáveis Internas, especificamente, são utilizadas as Equações 4.2, 4.3 e 4.4.

$$Q_{INT} = Q_{VS} + Q_{ML} \quad (4.2)$$

$$Q_{VS} = N_{hab} \times Vol_{VS} \times F_{desc} \quad (4.3)$$

$$Q_{ML} = N_{hab} \times Vol_{ML} \times F_{lav} \quad (4.4)$$

Onde:

- Q_{INT} = vazão não potável interna (L/dia);
- Q_{VS} = vazão produzida pelo vaso sanitário (L/dia);
- N_{hab} = número de habitantes da residência (hab)
- Vol_{VS} = volume utilizado para cada descarga do vaso sanitário (L/descarga);
- F_{desc} = frequência de utilização per capita (descargas/hab/dia);
- Q_{ML} = vazão produzida pela máquina de lavar ou tanquinho (L/dia);
- Vol_{ML} = volume da máquina de lavar (L/ciclo);
- F_{Lav} = frequência de utilização da máquina de lavar (quantidade/dia);

Já as demandas externas são aquelas nas quais a água da chuva pode ser utilizada na rega do jardim, do pomar, na lavagem de áreas impermeabilizadas (pisos e calçadas) e afins. O cálculo dessa demanda deve considerar algumas variáveis, que podem ser verificadas nas Equações 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9, também fornecidas por Gonçalves (2006).

$$Q_{EXT} = Q_{jardim} + Q_{pisos} + Q_{piscina} + Q_{lav-carro} \quad (4.5)$$

$$Q_{jardim} = A_{jardim} \times Vol_{jardim} \times F_{irrigação} \quad (4.6)$$

$$Q_{pisos} = A_{pisos} \times Vol_{lav-piso} \times F_{lav-piso} \quad (4.7)$$

$$Q_{piscina} = A_{piscina} \times Vol_{piscina} \times F_{uso-piscina} \quad (4.8)$$

$$Q_{lav-carro} = N_{carros} \times Vol_{lav-carro} \times F_{lav-carro} \quad (4.9)$$

Onde:

- Q_{EXT} = vazão não potável externa (L/dia);
- Q_{jardim} = vazão necessária para atender a demanda de irrigação do jardim (L/dia);
- A_{jardim} = área do jardim (m²);
- Vol_{jardim} = volume necessário para irrigação (lâmina) (L/m²/irrigação);
- $F_{irrigação}$ = frequência de irrigação (quantidade/dia);
- Q_{pisos} = vazão necessária para atender a demanda de limpeza de pisos (áreas impermeáveis) (L/dia);
- A_{pisos} = área do piso a ser lavado (m²);
- $Vol_{lav - piso}$ = volume necessário para lavagem do piso (L/m²/dia);
- $F_{irrigação}$ = frequência de lavagem do piso (quantidade/mês ou quantidade/dia);
- $Q_{piscina}$ = vazão necessária para atender a demanda da piscina (L/dia);
- $A_{piscina}$ = área da piscina (m²);
- $Vol_{piscina}$ = volume necessário para enchimento da piscina (L/m²/dia);
- $F_{uso - piscina}$ = frequência de enchimento da piscina (quantidade/mês ou quantidade/dia);
- $Q_{lav - carro}$ = vazão necessária para lavagem de carros (L/dia);
- N_{carros} = número de carros (unidade);
- $Vol_{lav-carro}$ = volume a ser utilizado para lavar os carros (L/lavagem);
- $F_{lav-carro}$ = frequência de lavagem de carros (quantidade/mês ou quantidade/dia).

Salienta-se de antemão que, para o caso em questão, como não há piscina na propriedade, a frequência de enchimento, a vazão e o volume que seriam necessários para atender essa demanda, bem como sua área foram desconsiderados dos cálculos. Da mesma forma, também foram desconsideradas as variáveis envolvidas no cálculo da vazão necessária para lavagem de carros, já que não é uma prática para a qual se destina a água captada.

O próximo passo é calcular a produção das águas de chuva, ou seja, a estimativa das águas de chuva a serem captadas na edificação. As variáveis incluídas nesse cálculo são a área do telhado, o coeficiente de escoamento superficial e os índices pluviométricos da região, conforme a Equação 4.10.

$$V_{AC} = A_{telhado} \times P \times C \quad (4.10)$$

Onde:

- V_{AC} = volume de água de chuva a ser captado (m^3);
- $A_{telhado}$ = área do telhado (m^2);
- P = precipitação anual na região (m/ano);
- C = coeficiente de escoamento superficial do telhado.

Segundo Tomaz (2003), o melhor valor a ser adotado como coeficiente de escoamento superficial para o Brasil é 0,80.

O volume do reservatório de descarte das primeiras águas de chuvas, imprescindível para limpeza da água, também deve ser calculado antes do volume do reservatório de armazenamento. Esse reservatório destina-se à retenção temporária e ao posterior descarte da água coletada na fase inicial da precipitação, cujo valor recomendado, segundo Gonçalves (2006), é de 1,0 L/ m^2 . Assim, esse volume pode ser calculado através da equação 4.11.

$$V_{RES-DESC} = A_{telhado} \times K \quad (4.11)$$

Onde:

- $V_{RES-DESC}$ = volume do reservatório de descarte das 1^{as} águas de chuva (L);
- $A_{telhado}$ = área do telhado (m²);
- K = constante de descarte de água (1 L/m²).

A partir da estimativa dos usos finais de água (no caso do presente trabalho, usos não potáveis) e suas respectivas taxas de consumo, além do cálculo dos fatores supracitados, é possível estimar o volume ideal do reservatório de água pluvial a ser instalado na propriedade (Equação 4.12). Ele deve ser calculado adotando-se um período de retorno que represente o maior número de dias sem chuva na região, para que, assim, se garanta uma reserva de água suficiente para a propriedade nos dias de maior estiagem.

$$V_{RES-AC} = Q_{NP} \times N_{DS} \quad (4.12)$$

Onde:

- V_{RES-AC} = volume do reservatório de armazenamento das águas de chuva (L);
- Q_{NP} = somatório das demandas não potáveis (L/dia);
- N_{DS} = maior intervalo de dias nos quais não ocorreram chuvas na região (dias);

É importante ressaltar que o dimensionamento das calhas e condutores não é objetivo do presente trabalho, apesar de fazerem parte da constituição e do projeto do sistema, já que são responsáveis pelo encaminhamento da água da chuva até o reservatório.

Por fim, pode ser calculada a eficiência do sistema, que reflete a porcentagem das demandas não potáveis que o sistema foi projetado para atender. Seu cálculo é realizado mediante a Equação 4.13.

$$Efic(\%) = \frac{Q_{AC}}{Q_{NP}} \times 100 \quad (4.13)$$

Onde:

- Efic = eficiência do sistema para atendimento das demandas não potáveis (%);
- Q_{AC} = estimativa da produção de águas de chuva ($m^3/mês$);
- Q_{NP} = somatório das demandas não potáveis ($m^3/mês$);

4.5 Investimento e Retorno Financeiro e Economia de Água

O investimento financeiro a ser feito para a constituição do sistema de captação e armazenamento de água pluvial baseia-se em orçamentos feitos com fornecedores dos equipamentos que serão necessários para a constituição e funcionamento do sistema, já que a instalação e manutenção será realizada pelo próprio autor do trabalho.

A médio e a longo prazo, com a futura instalação e operação do sistema, espera-se que haja redução dos custos relacionados ao acesso à água. Esse retorno financeiro pode ser calculado para avaliar a viabilidade econômica do projeto. Dentre os métodos que podem ser aplicados para tal objetivo, tem-se Valor Presente Líquido (VPL), que consiste na diferença entre o valor presente das receitas e o valor presente dos custos, permitindo estimar o lucro futuro com o investimento. Dessa forma, se o VPL calculado para o projeto for maior que zero (positivo), o mesmo será considerado viável (DA SILVA; FONTES, 2005). Em outras palavras, o VPL proporciona uma comparação entre o valor investido e o valor dos retornos esperados (na forma de fluxo de caixa líquido), com todos os valores trazidos para o presente (SCHROEDER, 2016).

Também podem ser citados os métodos da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e da Taxa Interna de Retorno (TIR). A TMA é de grande importância na decisão de alocação de recursos para investimento no projeto e se trata da taxa mínima de retorno que o projeto deve proporcionar para remunerar o capital investido nele. A TIR, por sua vez, é calculada igualando o valor presente líquido a 0, sendo, portanto, a taxa em que o somatório das receitas se iguala ao somatório dos custos, já que o VPL é a soma algébrica, no instante inicial, dos benefícios e dos custos. E, para se concluir sobre a rentabilidade (viabilidade econômica) do projeto, deve-se comparar seu valor ao valor da TMA. Assim sendo, os investimentos cuja TIR é maior que a TMA são considerados rentáveis; aqueles com a TIR menor, são economicamente inviáveis;

e quando os valores se igualam, cabe ao investidor decidir sobre a realização ou não do projeto (DA COSTA, 2015).

Por fim, existe também o indicador financeiro denominado *Payback* Simples, também chamado de período de retorno do investimento. Ele é abordado, inclusive, pela ABNT NBR 16.782, de novembro de 2019 - Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes e, por isso, foi selecionado para analisar a viabilidade econômica do projeto proposto. Segundo essa norma, o estudo de viabilidade deve conter, no mínimo:

- a) descrição da configuração;
- b) impacto no consumo de água em relação ao edifício sem ações de conservação de água;
- c) custos de implantação;
- d) custos de operação e manutenção em relação ao edifício sem ações de conservação de água;
- e) período do retorno dos investimentos (ABNT, 2019).

O valor desse período de retorno é obtido através da simples divisão do capital inicial investido (no caso, o valor de aquisição do sistema) pelo fluxo de caixa médio, ou seja, pela estimativa média do saldo em caixa a cada mês, e tem como função calcular o período em que o investidor obterá o retorno desse investimento inicial, conforme Equação 4.14. Caso esse período de tempo seja menor do que o estipulado, tem-se um projeto viável (DA SILVA; HENRIQUE; MIMURA, 2018). Em outras palavras, ele se refere ao tempo necessário para que determinado investimento seja recuperado, e após esse período passe a gerar lucros para o investidor (SCHROEDER, 2016). No caso do projeto proposto e dos objetivos de sua aplicação, no que se refere aos fins de utilização da água na propriedade estudada, estipulou-se um período de tempo de 10 anos para que se tenha retorno do investimento.

$$\text{Payback Simples (meses)} = \frac{\text{Capital Inicial Investido (R\$)}}{\text{Fluxo de Caixa Médio } \left(\frac{\text{R\$}}{\text{mês}}\right)} \quad (4.14)$$

Atualmente, como a água consumida na propriedade é oriunda de cisterna (água subterrânea), o principal custo gerado pela necessidade de sua captação está relacionado à atividade da bomba (da marca Anauger 900, apresentada na Figura 4.5), que consome bastante energia elétrica. Logo, foi considerado esse consumo para se verificar a redução do gasto financeiro com energia

elétrica quando a bomba passar a ser bem menos utilizada, já que a água pluvial armazenada atenderá boa parte das demandas.

Figura 4.5 - Bomba Submersa Vibratória Anauger 900



Fonte – Anauger (2023)

Feitos os cálculos e estimando o tempo de funcionamento do sistema é possível determinar o consumo da bomba. Com essa informação e com valor cobrado pela energia elétrica, determina-se o custo de energia elétrica para o bombeamento de água da cisterna para a caixa d'água (Equação 4.14), que, assim, poderá ser comparado com os gastos após o funcionamento do sistema de aproveitamento de água pluvial.

$$C = E \times V \quad (4.14)$$

Onde:

- C = custo mensal gerado pelo funcionamento da bomba (R\$);
- E = consumo de energia elétrica da bomba (kWh);

- V = valor cobrado pela energia elétrica consumida (R\$/kWh).

Sendo que, o consumo médio de energia elétrica da bomba (E), em quilowatt-hora (kWh), é dado pela equação 4.15.

$$E = \frac{P \times t \times N}{1000} \quad (4.15)$$

Onde:

- P = Potência do equipamento (W);
- t = Número de horas utilizadas ao dia;
- N = Número de dias de uso ao mês.

Combinados todos esses fatores, materiais e métodos envolvidos no funcionamento do sistema, haverá uma redução do volume de água subterrânea consumido, graças ao considerável volume de água pluvial que poderá ser armazenado. Assim, haverá contribuição para a preservação dos lençóis freáticos, que, como afirma HIRATA et al. (2019), são tão essenciais à vida, já que sustentam vários sistemas aquáticos, como rios, lagos e córregos que são abundantes na região. Ainda conforme o autor, as águas subterrâneas garantem a sobrevivência de florestas e a existência de outros ambientes aquáticos, bem como o cumprimento de suas funções ambientais, evidenciando ainda mais a importância de sua conservação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Identificação dos Consumos e Demandas de Água Não Potável

Para o cálculo das demandas não potáveis foram desconsideradas as demandas internas à residência, que consistem nas vazões produzidas pelos vasos sanitários e pela máquina de lavar e/ou tanquinho, em litros por dia.

Essa escolha se deu primeiramente devido à inexistência de ferramentas que possibilitassem a medição do consumo de água pelos vasos sanitários e pela máquina de lavar da residência, que também tem uma frequência de utilização bastante variável, o que traria um impacto negativo nos resultados dos cálculos realizados até a obtenção do valor final do volume do reservatório de águas pluviais.

Além disso, a destinação da água de chuva do reservatório para as demandas internas mencionadas acarretaria a necessidade de modificações nos encanamentos já existentes na residência, muitos dos quais se encontram dentro de paredes ou abaixo de pisos. Isso traria, por consequência, o envolvimento de mão-de-obra especializada e, portanto, maiores custos.

Dessa forma, foram consideradas apenas as demandas externas à residência (também em litros por dia), que consistem na irrigação do jardim e na lavagem de áreas impermeabilizadas (compostas pelos pisos da varanda, garagem e da área gourmet, além de calçadas), já que, como mencionado anteriormente, não há piscina e tampouco se lava carros na propriedade área de estudo. A Tabela 5.1 apresenta os parâmetros necessários para o cálculo de cada uma das vazões consideradas e seus respectivos valores, bem como o valor total calculado para a vazão de água não potável para demandas externas.

Tabela 5.1 - Cálculo da Demanda de Água Não Portável Externa da Propriedade

Vazão necessária para atender a demanda de irrigação do jardim - Q_{jardim} (L/dia)		Vazão necessária para atender a demanda de limpeza de pisos - Q_{pisos} (L/dia)	
Área do jardim - A_{jardim} (m ²)	180,00	Área total de piso a ser lavado - A_{piso} (m ²)	149,10
Volume necessário para irrigação - Vol_{jardim} (L/m ² /irrigação)	1,00	Volume necessário para lavagem do piso - $Vol_{lav-piso}$ (L/m ² /lavagem)	1,10
Frequência de irrigação - $F_{irrigação}$ (quantidade/mês)	15	Frequência de lavagem do piso - $F_{lav-piso}$ (quantidade/mês)	4
Valor obtido para Q_{jardim} $Q_{jardim} = A_{jardim} \times Vol_{jardim} \times F_{irrigação}$ (L/mês)	2.700,00	Valor obtido para Q_{pisos} $Q_{pisos} = A_{piso} \times Vol_{lav-piso} \times F_{lav-piso}$ (L/mês)	656,04
Valor obtido para Q_{jardim} $Q_{jardim} = A_{jardim} \times Vol_{jardim} \times F_{irrigação}$ (L/dia)	90,00	Valor obtido para Q_{pisos} $Q_{pisos} = A_{piso} \times Vol_{lav-piso} \times F_{lav-piso}$ (L/dia)	21,87
Valor Total obtido para a Vazão não Potável Externa - Q_{EXT} $Q_{EXT} = Q_{jardim} + Q_{pisos}$ (L/mês)		3.356,04	
Valor Total obtido para a Vazão não Potável Externa $Q_{EXT} = Q_{jardim} + Q_{pisos}$ (L/dia)		111,87	

Fonte – O autor (2023)

A área do jardim, em metros quadrados, foi dimensionada com base na quantidade de plantas a serem irrigadas. Já o valor do volume necessário para irrigação (1,0 L/m²/irrigação) foi dimensionado com base em medida histórica, considerando o fato de que a frequência de irrigação é de 15 dias por mês, ou seja, irriga-se as plantas do jardim a cada 2 dias.

5.2 Cálculo da Produção das Águas de Chuva

Em seguida, foi calculada a produção de água de chuva, que consiste na estimativa das águas de chuva a serem captadas no telhado. Por isso, esse parâmetro envolve o cálculo da área de captação, a definição do valor da precipitação anual na região de estudo e o coeficiente de escoamento superficial do telhado - 0,80, conforme Tomaz (2003) -, sendo, portanto, mensurado em metros cúbicos.

5.2.1 Cálculo da Área de Captação de Águas Pluviais

As dimensões do telhado da residência foram tomadas com uma trena manual de aço, e o cálculo da sua área total forneceu um resultado de 204,53 m².

No entanto, dada a expressiva área de captação de água da chuva (204,53 m²), a existência de boa parte dos equipamentos de coleta e condução já instalados (rufos e calhas) e de forma a tornar o projeto economicamente viável, haja vista a redução dos custos de investimento inicial para instalação, optou-se por utilizar parte do telhado do imóvel e não o todo. Essa parte definida como propícia à captação e condução da água de chuva tem uma área de 91,48 m².

Para uma melhor visualização dos aspectos, da área do telhado da propriedade rural e, conseqüentemente, da área de captação de águas pluviais, foram feitos desenhos esquemáticos de suas repartições, destacando-se suas dimensões. Tais esquemas foram desenvolvidos no software AutoCAD, que é utilizado para elaboração de desenhos técnicos. Ele pode ser obtido na Autodesk, uma empresa de software de design e de conteúdo digital, que fornece licenças gratuitas para estudantes que tenham vínculos ativos com universidades.

As plantas da visão vertical do telhado da residência, das áreas dos telhados de seus cômodos e da área específica de captação das águas pluviais podem ser verificados no Apêndice A do presente trabalho.

5.2.2 Caracterização do Regime de Precipitação da Área de Estudo

A segunda variável a ser calculada para a obtenção do valor da produção de águas de chuva, segundo o método proposto por Gonçalves (2006) é a precipitação anual da região, em metros por ano.

A Tabela 5.2 apresenta os valores de pluviosidade obtidos para o município de Abaeté em cada uma das fontes de pesquisa consultadas.

Tabela 5.2 - Valores de Pluviosidade Encontrados por Fonte de Pesquisa

Fonte de Pesquisa	Valor Obtido para a Pluviosidade Média Anual de Abaeté (mm)
CLIMATEMPO	1.422
Plano Municipal de Saneamento Básico de Abaeté-MG	1.450

Fonte – O autor (2023)

Por se tratar de um documento local, pertencente à Prefeitura Municipal de Abaeté, optou-se por utilizar o valor fornecido pelo Plano Municipal de Saneamento Básico de Abaeté-MG. Segundo o documento a pluviosidade média anual de Abaeté situa-se na faixa de 1.350 a 1.550 milímetros de chuva (COBRAPE, 2014). Dessa forma, para o valor da precipitação anual da região fez-se uma média aritmética simples das pluviosidades mínima e máxima fornecidas pelo plano, obtendo-se o valor de 1.450 milímetros (1,45 metros) anuais.

5.2.3. Resultado da Produção das Águas de Chuva

Assim, a produção de águas de chuva, em metros cúbicos, pode ser calculada conforme a equação 4.10, na qual, substituindo-se os respectivos valores, tem-se que:

$$V_{AC} = A_{telhado} \times P \times C \rightarrow V_{AC} = 91,48 \times 1,45 \times 0,8 \rightarrow V_{AC} = 106,117 \text{ m}^3$$

Logo, obteve-se um valor de 106,117 metros cúbicos de água de chuva a ser captado anualmente. Esse valor equivale a 8,843 m³ por mês e 0,295 m³ por dia.

5.3 Cálculo do Volume do Reservatório de Descarte das Primeiras Águas de Chuva

O volume do reservatório de descarte das primeiras águas de chuva (*first flush*) foi calculado conforme a Equação 4.11. Como o valor da constante de descarte da água, K , segundo Gonçalves (2006), é de 1,0 L/m², tem-se que:

$$V_{RES-DESC} = A_{telhado} \times K \rightarrow V_{RES-DESC} = 91,48 \times 1,0 \rightarrow V_{RES-DESC} = 91,48 \text{ L}$$

Portanto, obteve-se um valor de 91,48 litros para o volume do reservatório de descarte das primeiras águas de chuva. Considerando uma escolha de modelo padrão de mercado, foi escolhido um reservatório de 100 litros, da marca Fortlev.

5.4 Cálculo do Volume do Reservatório do Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial

Além do somatório das demandas não potáveis de água (no caso, externas), para o cálculo do volume do reservatório é necessário também o número de dias sem chuva da região. A Figura 5.1 apresenta dados climatológicos para o município de Abaeté-MG fornecidos pelo *site* Climate Data.

Figura 5.1 – Dados climatológicos para Abaeté-MG

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novem- bro	Dezembro
Temperatura média (°C)	24.1	24.3	23.6	22.8	20.8	19.9	19.8	21.4	23.6	24.9	23.5	23.7
Temperatura mínima (°C)	20.4	20.3	20	18.8	16.2	14.8	14.3	15.6	17.9	19.9	19.9	20.2
Temperatura máxima (°C)	28.2	28.7	27.8	27.3	25.8	25.2	25.4	27.4	29.4	30.1	27.8	27.8
Chuva (mm)	240	159	169	61	25	9	7	8	44	90	215	280
Umidade(%)	75%	71%	77%	71%	67%	65%	59%	51%	50%	54%	72%	78%
Dias chuvosos (d)	13	10	13	7	3	1	1	1	4	8	14	16
Horas de sol (h)	9.3	9.6	8.6	8.5	8.2	8.5	8.9	9.6	9.6	9.5	8.2	8.8

Fonte – Climate Data (2021)

Dentre esses dados, tem-se o número médio de dias chuvosos em cada mês (destacados na Figura 5.1). A metodologia proposta por Gonçalves (2006) adota o número de dias sem chuva durante o período chuvoso, sendo, portanto, um parâmetro correspondente a um período de estiagem e de elevadas temperaturas denominado veranico. No caso de Abaeté-MG, o período

chuvoso situa-se entre os meses de outubro e março, como observado na Figura 5.1, quando há um total de 106 dias sem chuva, o que corresponde a uma média de 17,6 dias sem chuva por mês durante esse período.

Aplicando-se a equação 4.12, tem-se que:

$$V_{RES-AC} = Q_{NP} \times N_{DS} \rightarrow V_{RES-AC} = 111,87 \times 17,6 \rightarrow V_{RES-AC} = 1968,88 L$$

Logo, o valor obtido para o volume do reservatório do Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial foi de 1968,88 litros. Da mesma forma que o reservatório de descarte das primeiras águas de chuva, escolheu-se um reservatório padrão de mercado com volume de 2.000 litros, do qual será retirada a água para limpeza e irrigação, através de mangueira ou balde.

5.5 Cálculo da Eficiência do Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial

Considerando a estimativa da produção de águas de chuva (Q_{AC}) igual ao volume de água de chuva a ser captado (V_{AC}) temos que seu valor é de exatamente 8,843 metros cúbicos por mês. Aplicando-se também o valor de 3,356 m³/mês para as demandas não potáveis de água da propriedade, tem-se que:

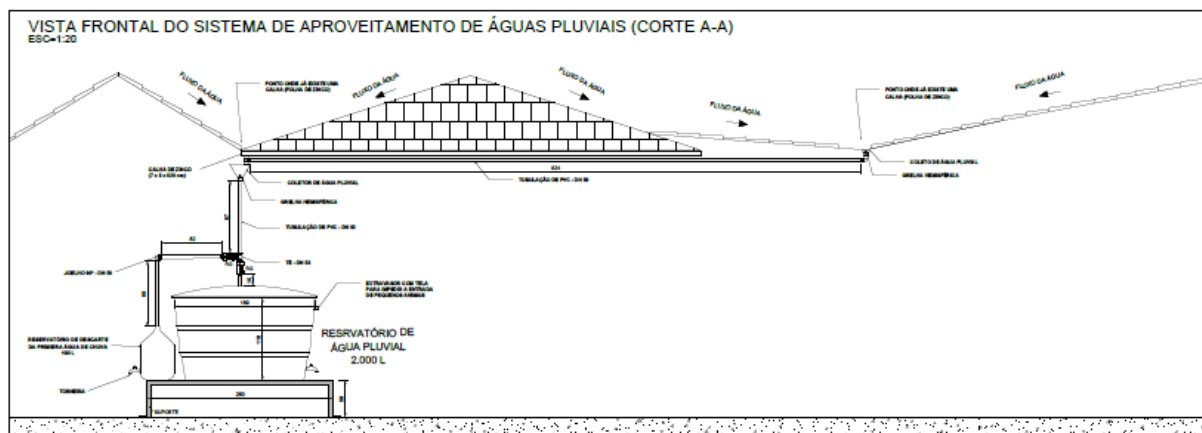
$$Efic = \frac{Q_{AC}}{Q_{NP}} \times 100 \rightarrow Efic = \frac{8,843}{3,356} \times 100 \rightarrow Efic = 2,635$$

O valor de 2,635 calculado significa que a eficiência do sistema é de 263,5 % para atendimento das demandas não potáveis. Logo, em termos de eficiência considerando o volume de águas de chuva a ser captado, esse valor significa que o sistema de aproveitamento de água pluvial irá atender 100% das demandas não potáveis externas da propriedade.

5.6 Projeto proposto

A representação gráfica do projeto do Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais e de seu local de instalação pode ser verificado na Figura 5.2 a seguir. Ela também é apresentada no APÊNDICE B deste trabalho, juntamente com o maior detalhamento do reservatório de águas pluviais.

Figura 5.2 - Vista Frontal do Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais



Fonte – O autor (2023)

5.7 Retorno Financeiro

A viabilidade do sistema não se resume a sua eficiência, já que também estão envolvidos custos financeiros para a aquisição de todos os equipamentos que o constituem, bem como o retorno do investimento. Por isso, diante do desenho do sistema, também elaborado no AutoCAD pelo autor e apresentado no Apêndice B deste trabalho, fez-se um orçamento desses itens, que é apresentado na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - Orçamento dos Equipamentos do SAAP (Investimento Inicial)

Material	Marca	Quantidade (m e un.)	Preço (R\$/m ou R\$/un.)	Total (R\$)
Calha zinco 50mm	-	6,2	R\$ 21,45	R\$ 132,99
Coletor de água pluvial 50mm	-	1	R\$ 49,90	R\$ 49,90
Coletor de água pluvial 100mm	-	1	R\$ 69,80	R\$ 69,80
Joelho 90° 50mm	Amanco	4	R\$ 2,35	R\$ 9,40
Tê 50mm	Amanco	2	R\$ 7,75	R\$ 15,50
Torneira	Plastilit	2	R\$ 6,49	R\$ 12,98
Tubo PVC 50mm	Amanco	11,06	R\$ 6,75	R\$ 74,66
Caixa D'Água 2000 L	Fortlev	1	R\$ 644,80	R\$ 644,80
Reservatório de Descarte 100 L	Fortlev	1	R\$ 155,45	R\$ 155,45
Suporte Metalon (2,5 x 2 x 0,50 m)	-	1	R\$ 250,00	R\$ 250,00
Suporte pluvial para calha	-	5	R\$ 16,54	R\$ 82,70
Grelha/ralo hemisférico	-	2	R\$ 11,90	R\$ 23,80
Registro	Amanco	2	R\$ 22,00	R\$ 44,00
Cloro em Pastilha	Clorin	2	R\$ 55,96	R\$ 111,92
TOTAL	-	-		R\$ 1.677,90

Fonte – O autor (2023)

Observa-se que o valor do cloro em pastilha foi incluído no orçamento (investimento inicial), prevendo-se o tratamento da água de chuva reservada - semestralmente, conforme a NBR 15.527/2019 (ABNT, 2019) - durante os 10 anos estipulados para se ter o retorno financeiro do investimento inicial do projeto.

O custo de mão de obra para instalação do sistema não está incluído no investimento inicial do projeto, pois a mesma será de responsabilidade do autor, como afirmado anteriormente.

No que diz respeito a ganhos financeiros com a implantação e operação do sistema, tem-se a redução da utilização da bomba atualmente instalada na cisterna e consequentemente redução do gasto com energia elétrica. A Tabela 5.4 apresenta os dados técnicos e de utilização da bomba.

Tabela 5.4 - Dados Técnicos e de Utilização da Bomba

Potência do equipamento – P (W)	450
Número de horas de utilização ao dia – t (horas)	4
Número de dias de utilização ao mês – N (dias)	20

Fonte – O autor (2023)

Portanto, pela multiplicação dos fatores apresentados na Tabela 5.4, tem-se que o consumo de energia elétrica da bomba é de 36 kWh ao mês.

Como o valor da tarifa cobrada pela concessionária de energia elétrica (CEMIG) é de R\$ 0,7981 por quilowatt-hora, para a zona rural, tem-se que o custo mensal gerado pelo funcionamento da bomba é de R\$ 17,24. Esse valor foi calculado considerando o funcionamento da bomba exclusivamente para as demandas de água não potável externas.

Diante do investimento inicial total de R\$ 1.677,90 e da redução do custo mensal de energia elétrica em R\$ 17,24 (fluxo de caixa médio, em reais por mês), o *Payback Simples* (tempo de retorno do investimento) calculado foi de 8,11 anos. Considerando o período de 10 anos estipulado para que se tenha retorno do investimento, diante dos objetivos propostos para a implementação do sistema de aproveitamento de águas pluviais na propriedade rural em questão, o valor do tempo de retorno obtido (menor que 10 anos) indica que o projeto é viável.

6 CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu dimensionar e projetar um Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais, além de aumentar a percepção acerca de seu impacto positivo no meio ambiente, por se tratar de um projeto que visa propor e colocar em prática o acesso a uma fonte alternativa de água, contribuindo para o contorno da problemática das crises hídricas.

Nesse dimensionamento, chegou-se à conclusão da necessidade de um reservatório de armazenamento de águas pluviais de 2.000 litros para atendimento das demandas não potáveis externas à residência da propriedade rural objeto de estudo, localizada em Abaeté-MG. Além disso, a produção de águas de chuva, ou seja, o volume de águas pluviais a ser captado no telhado da residência, diante dessas demandas, forneceu uma eficiência de aproximadamente 263,5% para o sistema, demonstrando que ele será capaz de atender 100% das demandas não potáveis externas da propriedade. Dessa forma, é um sistema que permite a utilização da água pluvial armazenada em épocas de menor disponibilidade hídrica.

Quanto à avaliação do tempo de retorno dos investimentos, os resultados apontam para um *Payback* de 8,11 anos para o SAAP, considerando o investimento total de R\$ 1677,90 para instalação do sistema e o fluxo de caixa médio de R\$ 17,24 ao mês. Isso indicou que o projeto proposto é viável, já que o período estipulado para se ter esse retorno é maior (10 anos), diante dos objetivos propostos para a implementação do sistema de aproveitamento de águas pluviais na propriedade rural em questão.

Por fim, o trabalho permitiu a concepção do sistema aplicado à propriedade rural propriamente dita, já que foi possível projetá-lo graficamente, gerando uma visão mais clara da instalação de seus equipamentos.

7 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se que a manutenção do Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais seja realizada conforme definido na norma NBR 15.527/2019 (ABNT, 2019) com objetivo de garantir melhor eficiência do sistema e diminuir riscos de problemas na captação e armazenamento da água de chuva.

Recomenda-se também que, para uma melhor captação e, conseqüentemente, uma melhor reserva de água pluvial, sejam feitos os dimensionamentos de calhas e condutores, alinhados à necessidade local (demandas externas e/ou internas) e aos valores obtidos para a produção de águas de chuva e para o volume do reservatório.

A longo prazo, recomenda-se que seja instalado um sistema de irrigação automática para o jardim e pomar, ligado diretamente ao reservatório de águas pluviais.

Por fim, recomenda-se que haja políticas públicas estaduais e federais de incentivo à implementação de sistemas de aproveitamento de água pluvial, em empresas, residências urbanas e rurais, como forma de proteção à água e combate às crises hídricas. É importante que o poder público facilite, por exemplo, o financiamento para construção desses sistemas de captação, além de promover programas de assistência técnica, em especial para pequenos produtores rurais.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Nossos Programas**. Gestão das Águas, Ministério do Desenvolvimento Regional, Governo Federal. 2016b. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/nossos-programas>. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Oficina sobre Escassez Hídrica e Racionamento Preventivo: A necessária integração entre as políticas de recursos hídricos e de saneamento básico**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília - DF, 21 e 22 de novembro de 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/alocacao-de-agua/oficina-escassez-hidrica/comar-alocacao-de-agua-e-escassez-hidrica>, Acesso em: 8 de novembro de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Programa Produtor de Água**. Ministério do Meio Ambiente, Superintendência de Usos Múltiplos, Brasília - DF, 2008. Disponível em: <http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/Folder%20-%20Programa%20Produtor%20de%20%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Resolução nº 601, de 25 de maio de 2015**. Aprova o Regulamento do Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas – PRODES para o exercício de 2015 e dá outras providências. Brasília, DF: Diretoria-Presidência da Agência Nacional de Águas - ANA, 2015. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2015/601-2015.pdf>. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Resolução nº 1.190, de 03 de outubro de 2016**. Aprova o Regulamento do Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas – PROCOMITÊS e dá outras providências. Brasília, DF: Diretoria-Presidência da Agência Nacional de Águas - ANA, 2016a. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2016/ANALegis/LEGISResolucao1190-2016.pdf?164439>. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Usos da Água**. Gestão das Águas, Ministério do Desenvolvimento Regional, Governo Federal. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua>. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Usos da Água**. Gestão das Águas, Ministério do Desenvolvimento Regional, Governo Federal. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua>. Acesso em: 03 de junho de 2023.

ANAUER. **Anauper 900 5G - Bomba submersa vibratória para poço com potência de 450 watts e elevação máxima de 70 metros.** Disponível em: <https://anauper.com.br/produto/anauper-900-5g/>. Acesso em: 13 de maio de 2023.

ANAZAWA, T. M. **A escassez hídrica na Região Metropolitana de Campinas entre 2013-2015: a perspectiva de um desastre socialmente construído.** Cad. Metrop., São Paulo, v. 20, n. 42, pp. 347-369, maio/ago 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cm/a/DdXLtgk3yhgQjmqPmJMkRB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.884:** Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: Abnt, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15.527:** Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro: Abnt. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15.527:** Aproveitamento de Água de Chuva de Coberturas para Fins Não Potáveis. Rio de Janeiro: Abnt. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 16.782:** Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes. Rio de Janeiro: Abnt. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 16.783:** Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações. Rio de Janeiro: Abnt. 2019.

BRASIL. Lei nº 14.546, de 4 de abril de 2023. **Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 (Lei de Saneamento Básico), para estabelecer medidas de prevenção a desperdícios, de aproveitamento das águas de chuva e de reúso não potável das águas cinzas.** Brasília, DF: Presidência da República, 2023. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/L14546.htm. Acesso em: 18 de junho de 2023.

BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N. B.; SILVA, A. S.; PEREIRA, L. A. **Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no Semiárido Pernambucano.** 2012. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p.102-109, jan./fev. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/5hK9Ysx9WHzDxymp8df6XJ/?format=pdf & lang=pt>. Acesso em: 31 de outubro de 2022.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Consulta pública das normas ABNT sobre reúso de água em edificações.** 2019. Disponível em:

<https://cbic.org.br/sustentabilidade/2019/04/25/consulta-publica-das-normas-abnt-sobre-reuso-de-agua-em-edificacoes/>. Acesso em: 18 de junho de 2023.

CLIMATE DATA. **Clima Abaeté (Brasil)**. 2021. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/abaete-24976/>. Acesso em: 12 de março de 2023.

CLIMATEMPO. **Climatologia em Abaeté, BR - Climatologia e histórico de previsão do tempo em Abaeté, BR**. 2023. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/95/abaete-mg>. Acesso em: 10 de abril de 2023.

COLLA, L. L. **Sistemas de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, Engenharia Ambiental, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 16 de Junho de 2008. Disponível em: https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariadeControleeAutomacao/galdenoro1906/galdenorotg-lizzi-2008_pdf.pdf. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

COMPANHIA BRASILEIRA DE PROJETOS E EMPREENDIMENTOS – COBRAPE. **Elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico de Abaeté-MG**. Relatório Síntese, Prefeitura Municipal de Abaeté, 17 de dezembro 2014. Disponível em: <https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2015/03/PRODUTO-8-ABAETE.pdf>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. **Projeto Sete Lagoas - Abaeté - Estado de Minas Gerais**. Programa Geologia do Brasil. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/11135/1/Projeto_Sete_Lagoas.pdf. Acesso em: 22 de setembro de 2022.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CERH/MG. **Deliberação Normativa CERH/MG n.º 49, de 25 de março de 2015**. Estabelece diretriz e critérios gerais para a definição de situação crítica de escassez hídrica e estado de restrição de uso de recursos hídricos superficiais nas porções hidrográficas no Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 2015. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=37775>. Acesso em: 26 de outubro de 2022.

DA COSTA, A. C. M. **Viabilidade de um Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais no Colégio Estadual de Campo Mourão**. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, 02 de julho de 2015. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/6319/4/CM_COECI_2015_1_02.pdf. Acesso em: 26 de novembro de 2022.

DA SILVA, C. E.; HENRIQUE, D. C.; MIMURA, A. T. **Análise do Payback Descontado em Sistemas Residenciais de Captação de Água de Chuva no Estado de Santa Catarina**. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 18, n. 3, p. 1043-1075, 2018. Disponível em:

<https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/3115/1706>. Acesso em: 23 de abril de 2023.

DA SILVA, D. D. **Usos Múltiplos das Águas: Desafios e Perspectivas**. Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos – GPRH, Departamento de Engenharia Agrícola – DEA, Universidade Federal de Viçosa – UFV. Fortaleza, CE. 13 de junho de 2008. Disponível em: http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/imagens/winotec_2008/winotec2008_palestras/winotec2008_demetrius_david_da_silva.pdf. Acesso em: 7 de novembro de 2022.

DA SILVA, E. L.; DA SILVA, K. A.; DE SOUSA, F. R. L.; TAVARES, F. B. R. **A escassez hídrica na zona rural: o consumo de água sob a perspectiva dos agricultores de um assentamento no município de Pombal - PB**. 2019. Universidade Federal de Itajubá, Itajubá - MG, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662197036/560662197036.pdf>. Acesso em: 31 de outubro de 2022.

DA SILVA, M. L.; FONTES, A. A. Discussão Sobre os Critérios de Avaliação Econômica: Valor Presente Líquido (VPL), Valor Anual Equivalente (VAE) e Valor Esperado da Terra (VET). 2005. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 6, p. 931-936, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/7jJ8FVfdNrBwBq9kSdP4sBg/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 31 de outubro de 2022.

DE REZENDE, A. T. **Reúso Urbano de Água para Fins não Potáveis no Brasil**. 2016. Trabalho Final de Curso, Engenharia Ambiental e Sanitária. Juiz de Fora - MG, Universidade Federal de Juiz de Fora, 5 de agosto de 2016. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC-AMANDA-REZENDE-FINAL.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2022.

DE SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; CONDÉ, N. M.; DE CARVALHO, W. B.; CARVALHO, C. V. M. **Análise das condições de potabilidade das águas de surgências em Ubá, MG**. 2015. *Revista Ambiente & Água*, v. 10, n. 3, Taubaté - SP, Jul. / Sep. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/gDSGhmLt9jKYQMnSsbcz9LM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 31 de outubro de 2022.

DO CARMO, R. L. **A água é o limite? Redistribuição espacial da população e recursos hídricos no Estado de São Paulo**. 2001. Tese de doutorado em Demografia. Campinas - SP, Universidade Estadual de Campinas, 27 de julho de 2001. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=494920>. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

EMBRAPA. **Clima**. [2022?]. Disponível em: <https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm#:~:text=Cwa%20%E2%80%93%20Cli>

[ma%20subtropical%20de%20inverno,com%20temperaturas%20superiores%20a%2022%C2%BAC](#)). Acesso em: 21 de setembro de 2022.

FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. **Manual de utilização das águas pluviais – 100 maneiras práticas**. 1ª Ed. Curitiba: Livraria do Chain, 2002.

FREITAS, P. L.; POLIDORO, J. C.; SANTOS, H. G.; PRADO, R. B.; CALDERANO, S. B.; GREGORIS, G.; MANZATTO, C. V.; DOWICH, I.; BERNARDI, A. C. C. **Identificação e Caracterização Físico-Química de Latossolos de Textura Arenosa e Média da região Oeste da Bahia**. Cadernos de Geociências, v. 11, n. 1-2, p. 83, nov. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/11795/8956>. Acesso em: 06 de outubro de 2022.

GHISI, E. 2005. **Instalações prediais de águas pluviais**. Instalações I. Florianópolis: UFSC - Departamento de Engenharia Civil : s.n., 2005. Disponível em: <https://xdocz.com.br/doc/apostila-instalacoes-1-agua-fria-quente-esgoto-glp-incendio-vod4k7gqvdo6>. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

GNIPPER, S. F. **Transbordamento: antes de aumentar as seções das calhas, amplie a capacidade dos condutores verticais**. Fórum da Construção. 2012. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=27&Cod=121>. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

GOMES, L. C. D.; SALVADOR, N. N. B.; LORENZO, H. C. **Conflitos pelo Uso dos Recursos Hídricos e o Caso de Araraquara-SP**. 2021. Revista Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 24, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/3VKVTys9Zqn7cPgNGwDHZZv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 de novembro de 2022.

GONÇALVES, R. F. **Uso Racional da Água em Edificações**. Prosab. Vitória, ES. 2006. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Uso_agua_-_final.pdf. Acesso em: 23 de novembro de 2022.

GOOGLE. **Vista aérea da região da propriedade rural**. Google Earth PRO. 2023.

HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A.; MARCELLINI, S. S.; VILLAR, P. C.; MARCELLINI, L. **As águas subterrâneas e sua importância ambiental e socioeconômica para o Brasil**. Universidade de São Paulo / Instituto de Geociências, 2019. Disponível em: https://igc.usp.br/igc_downloads/Hirata%20et%20al%202019%20Agua%20subterranea%20e%20sua%20importancia.pdf. Acesso em: 16 de setembro de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MINERAÇÃO (IBRAM) - MINERAÇÃO DO BRASIL. **A importância das águas do Brasil para o mundo**. Correio Braziliense. 02 de junho de 2008. Disponível em: <https://ibram.org.br/noticia/a-importancia-das-aguas-do-brasil-para-o->

[mundo/#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20pa%C3%ADs,do%20mundo%2C%20o%20Aq%C3%BC%C3%ADfero%20Guarani. Acesso em: 26 de outubro de 2022.](#)

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS APLICADAS – IGA – Secretaria de Estado de Ciências, Tecnologia e Ensino Superior de Minas Gerais. **Atlas Geográfico Escolar do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1979.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. ZANELLA, LUCIANO. **Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva**. [livro eletrônico], Coleção IPT Publicações, São Paulo, 2015. Disponível em: https://www.ipt.br/banco_arquivos/1200-Manual_para_captacao_emergencial_e_uso_domestico_de_AGUA_DA_CHUVA.pdf. Acesso em: 28 de maio de 2023.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Escassez Hídrica**. Semad, [2022?b]. Disponível em: <http://igam.mg.gov.br/component/content/article/16/1553-escassez-hidrica>. Acesso em: 26 de outubro de 2022.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. **Outorga de direito de uso dos recursos hídricos**. Semad, [2022?a]. Disponível em: [INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. Portal dos Comitês. **Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos Entorno da Represa de Três Marias - SF4**. 2009. 1:1500000. Disponível em: \[https://comites.igam.mg.gov.br/images/mapas/Mapas_PDF/Localizao_SF4_A3.pdf\]\(https://comites.igam.mg.gov.br/images/mapas/Mapas_PDF/Localizao_SF4_A3.pdf\). Acesso em: 21 de setembro de 2022.](http://www.igam.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=40&Itemid=53#:~:text=%C3%89%20o%20instrumento%20legal%20que,de%20um%20corpo%20de%20%C3%A1gua. Acesso em: 31 de outubro de 2022.</p>
</div>
<div data-bbox=)

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Dados Históricos Anuais**. Ministério da Agricultura e Pecuária. 2020. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 19 de maio de 2023.

JUNIOR, A. W. S.; NETO, J. A. A. M.; ALMADO, R. P. **Fitossociologia de Cerrado *Sensu Stricto* no Município de Abaeté-MG**. R. Árvore, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.413-419, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/y5wgmBCDkWBx6LrgsrXbJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 31 de outubro de 2022.

JÚNIOR, R. de C. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias: Princípios básicos para elaboração de projetos**. 4ª ed. São Paulo: Blucher, 2020. Disponível em: <http://ofitexto.arquivos.s3.amazonaws.com/instalacoes-prediais-hidraulico-sanitarias-blucher-9788521208372.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2022.

KRISHNA, H. **The Texas Manual on Rainwater Harvesting**. Texas Water Development Board, Third Edition, Austin, Texas, 2005. Disponível em: https://www.twdb.texas.gov/publications/brochures/conservation/doc/RainwaterHarvestingManual_3rdedition.pdf. Acesso em 16 de setembro de 2022.

LUCAS, F. V. **Sistema de Captação e Aproveitamento de Águas Pluviais em Indústria de Alimentos**. Projeto de Graduação, Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Brasília - DF, 23 de novembro de 2016. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/16648/1/2016_FelipeVitorianoLucas_tcc.pdf. Acesso em: 23 de novembro de 2022.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de Água Pluvial para Fins Não Potáveis em Instituição de Ensino: Estudo de Caso em Florianópolis - SC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 118. 2007. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC_Ana_Kelly_Marinoski.pdf. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

NUNES, A. A.; DA SILVA, C. C. M.; COSTA, N. T.; TEIXEIRA, Q. L. **Projeto de captação e aproveitamento de água de chuva para fins de irrigação: Estudo de caso da Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas Unidade São Gabriel (Belo Horizonte - MG)**. Percurso Acadêmico, Belo Horizonte, v. 9, n. 17, jan./jun. 2019. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/percursoacademico/article/view/16620/14787>. Acesso em: 30 de junho de 2023.

PEREIRA, L. T. K.; GODOY, D. M. A.; TERÇARIOL, D. **Estudo de caso como procedimento de pesquisa científica: reflexão a partir da clínica fonoaudiológica**. Psicologia: Reflexão e Crítica. Universidade do Sul de Santa Catarina, Universidade do Estado de Santa Catarina e Universidade do Vale do Itajaí. 2009, p. 424. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prc/a/Rjm8bQcZJjSn4MXZCpNzyLj/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 06 de outubro de 2022.

REGELMEIER, F. A.; KOZERSKI, C. E. **Aproveitamento de água das chuvas em zonas rurais: captação e reservação**. XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento. 2015. Disponível em: <https://trabalhosasasemae.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/218/363/t363t5e1a2015.pdf>. Acesso em: 21 de abril de 2022.

SCHROEDER, A. K. **Estudo Comparativo de Viabilidade Econômica do Aproveitamento de Água Pluvial e Reuso de Água Cinza em uma Residência**. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2016. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/176124/TCC_AmandaKemptSchroeder.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 23 de novembro de 2022.

SILVA, D. F. R. **Aproveitamento de Água de Chuva através de um Sistema de Coleta com Cobertura Verde: Avaliação da Qualidade da Água Drenada e Potencial de Economia de Água Potável.** Projeto de Graduação. Rio de Janeiro: UFRJ Escola Politécnica : s.n., 2014. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/11903/1/monopoli10009251.pdf>. Acesso em: 19 de novembro de 2022.

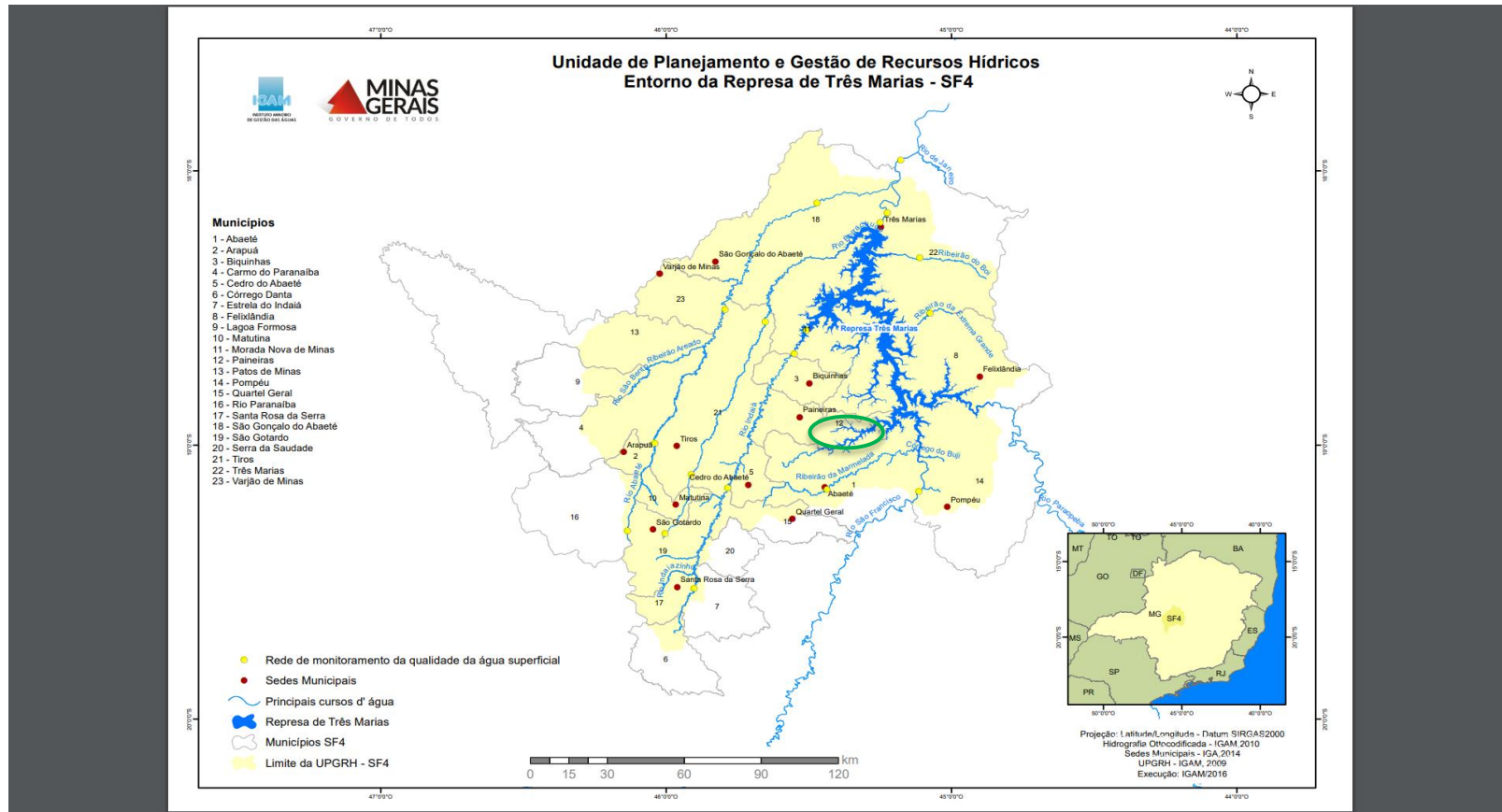
TOMAZ, P. **Aproveitamento da água de chuva.** 2ed. São Paulo: Navegar, 2003. 180p.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas e fins não potáveis.** Navegar Editora, São Paulo, 2010.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez.** São Paulo: Editora Rima, 2005. 248 p.

WARTCHOW, D; NICKNIG, M. A. **Captação de Água da Chuva em Zona Rural – Estudo de Caso.** Assemae - Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento, XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento, Poços de Caldas - MG, 24 a 29 de maio de 2015. Disponível em: <https://trabalhosassemae.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/36/134/t134t4e1a2015.pdf>. Acesso em: 20 de novembro de 2022.

ANEXO A - MAPA DO ENTORNO DA REPRESA DE TRÊS MARIAS

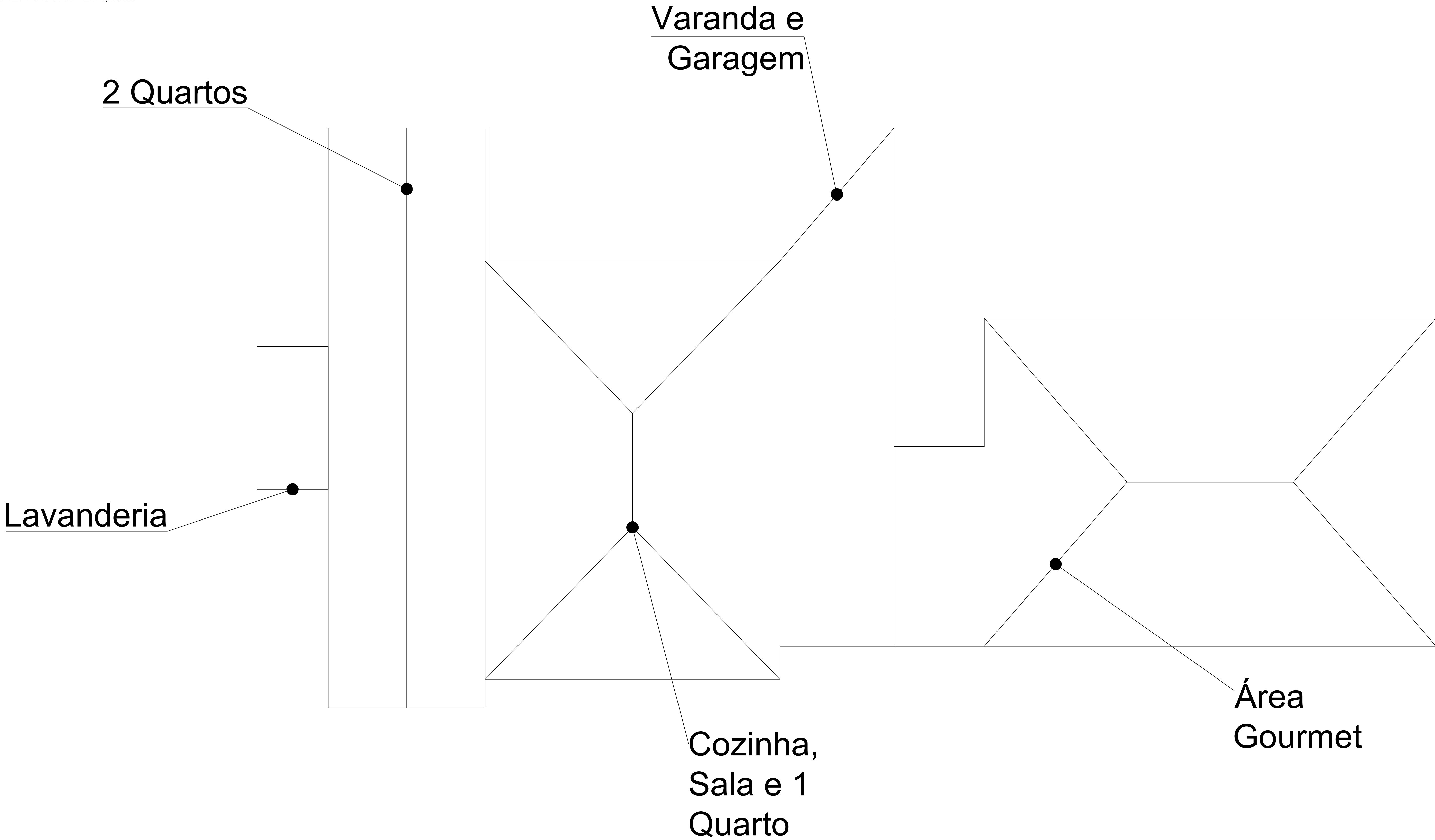


Fonte – Instituto Mineiro de Gestão das Águas (2009)

APÊNDICE A – DETALHAMENTO DO TELHADO DA RESIDÊNCIA E DA ÁREA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

TELHADO DA RESIDÊNCIA DA PROPRIEDADE RURAL

ESC=1:40
ÁREA TOTAL=204,53m²



NOTA
1 - COTAS EM CENTÍMETROS

LEGENDA:

VISÃO VERTICAL DO TELHADO DA RESIDÊNCIA DA PROPRIEDADE RURAL
ABAETÉ -MG

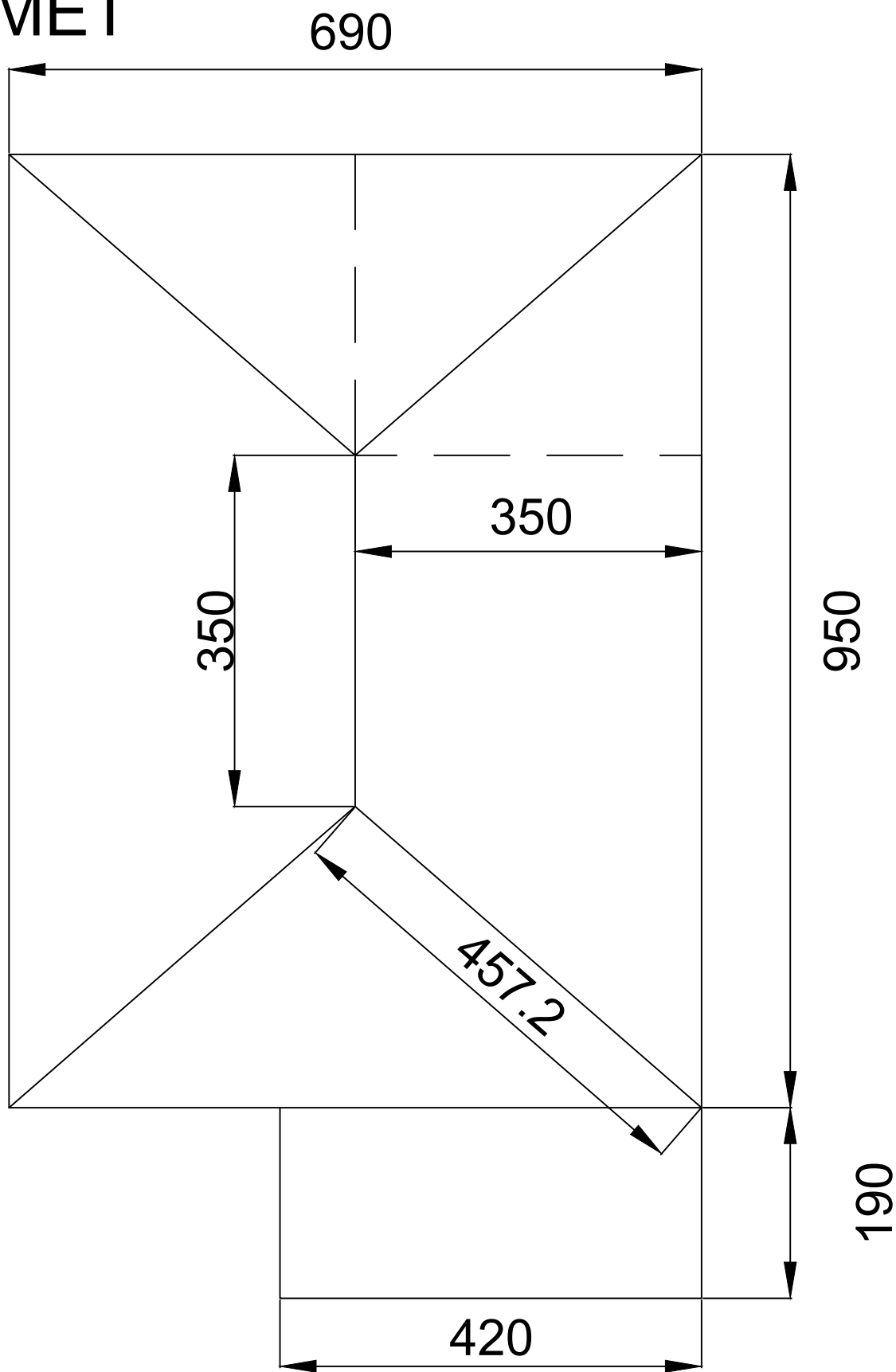
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS

ELABORADO POR:	DATA:	FOLHA:
DAVI AUGUSTO AMORIM SILVA	JUNHO / 2023	01 DE 03

TELHADO DA ÁREA GOURMET

ESC=1:60

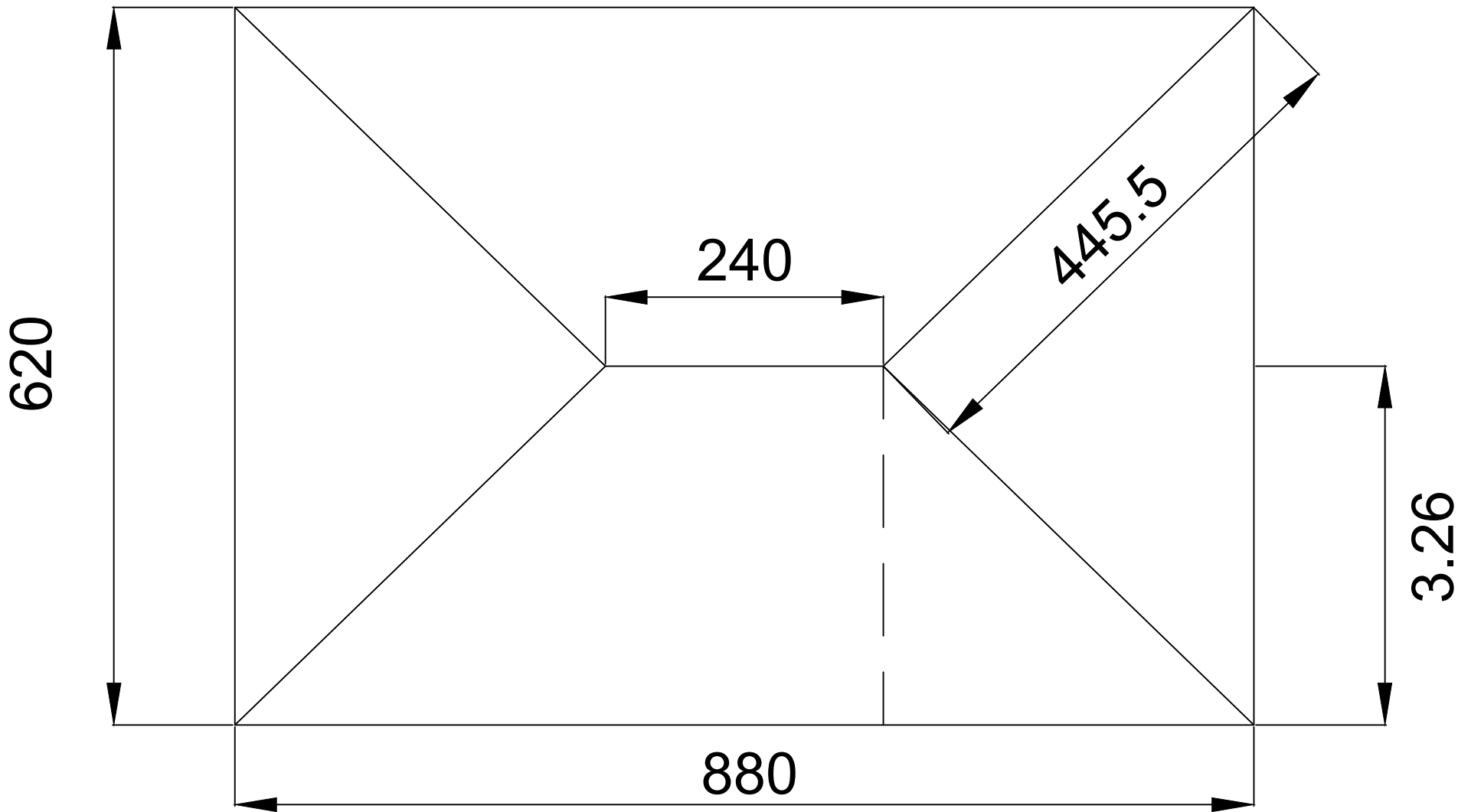
ÁREA=74,46m²



TELHADO CONJUNTO: COZINHA, SALA E 1 QUARTO

ESC=1:50

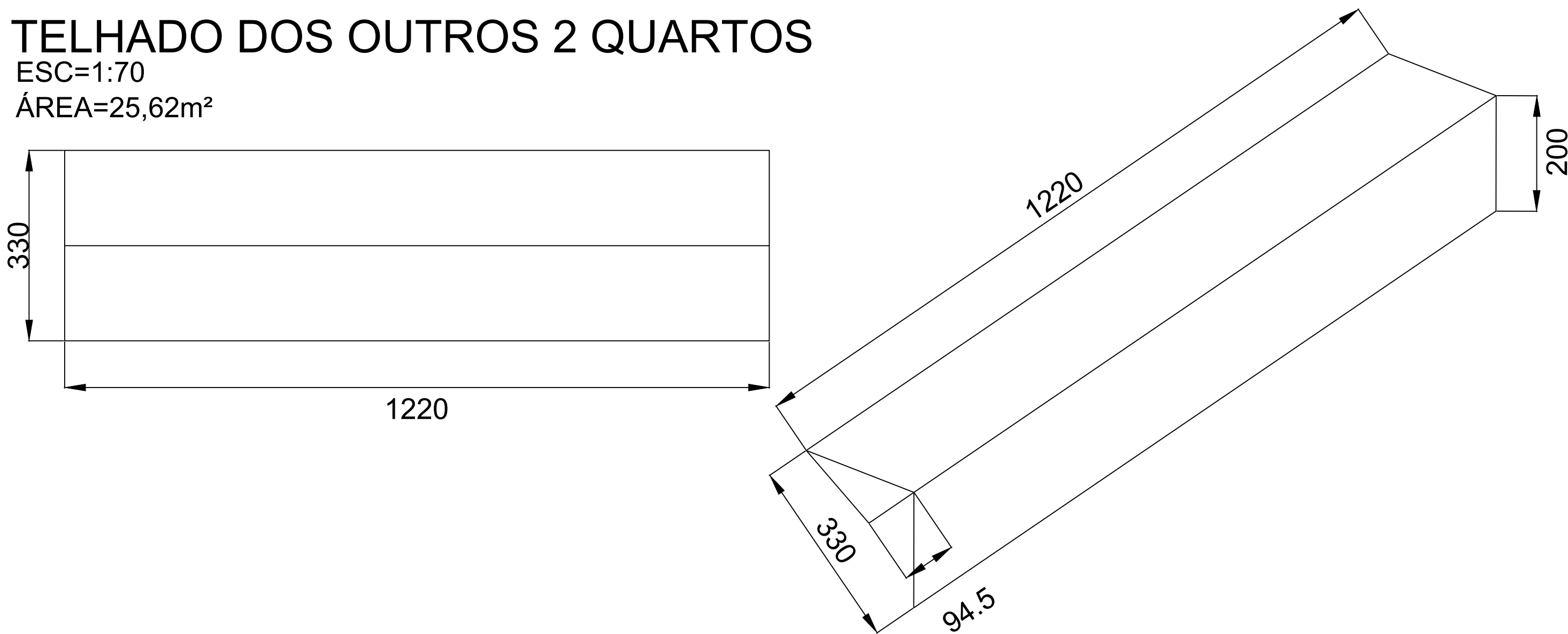
ÁREA=56,71m²



TELHADO DOS OUTROS 2 QUARTOS

ESC=1:70

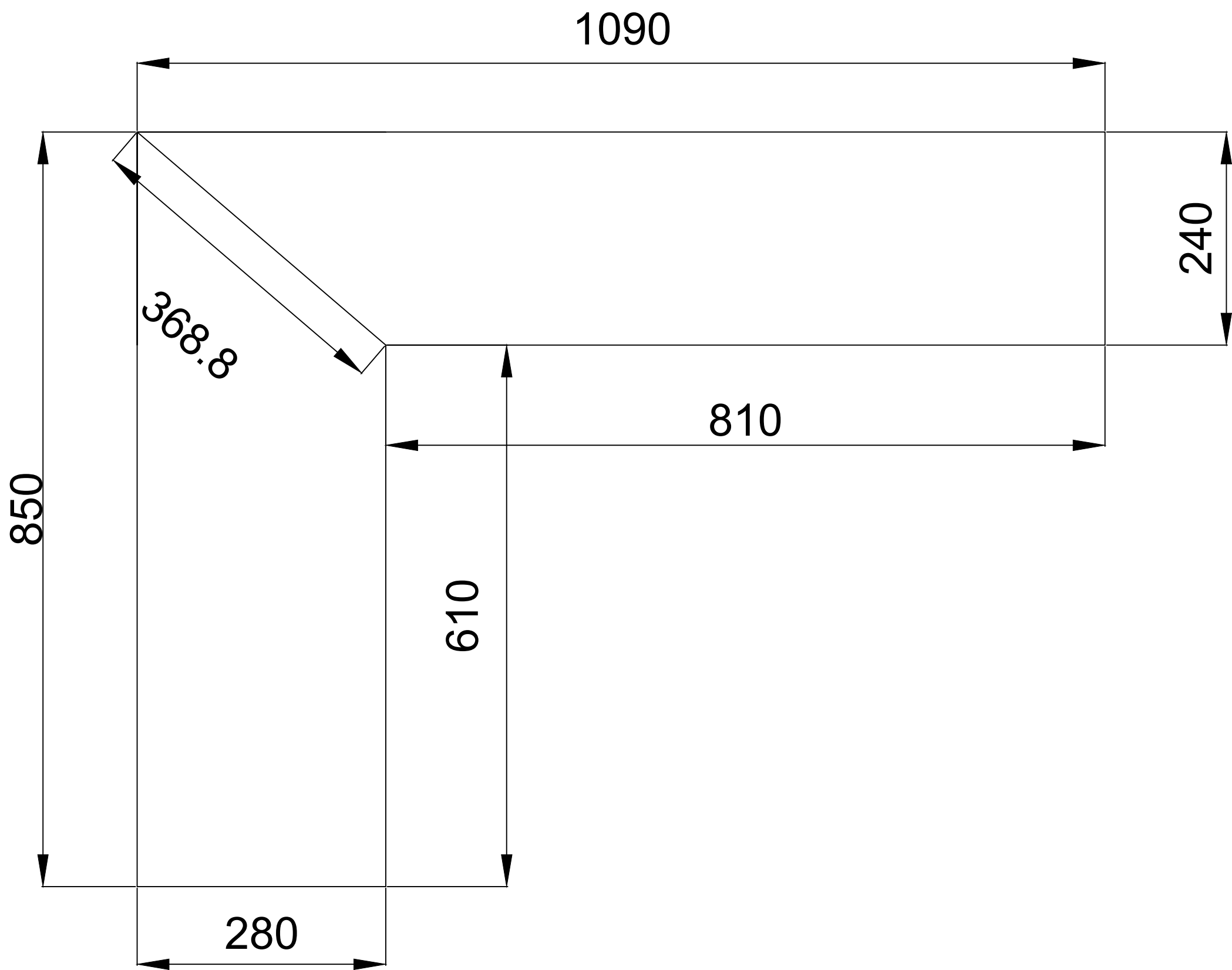
ÁREA=25,62m²



TELHADO DA VARANDA E GARAGEM

ESC=1:50

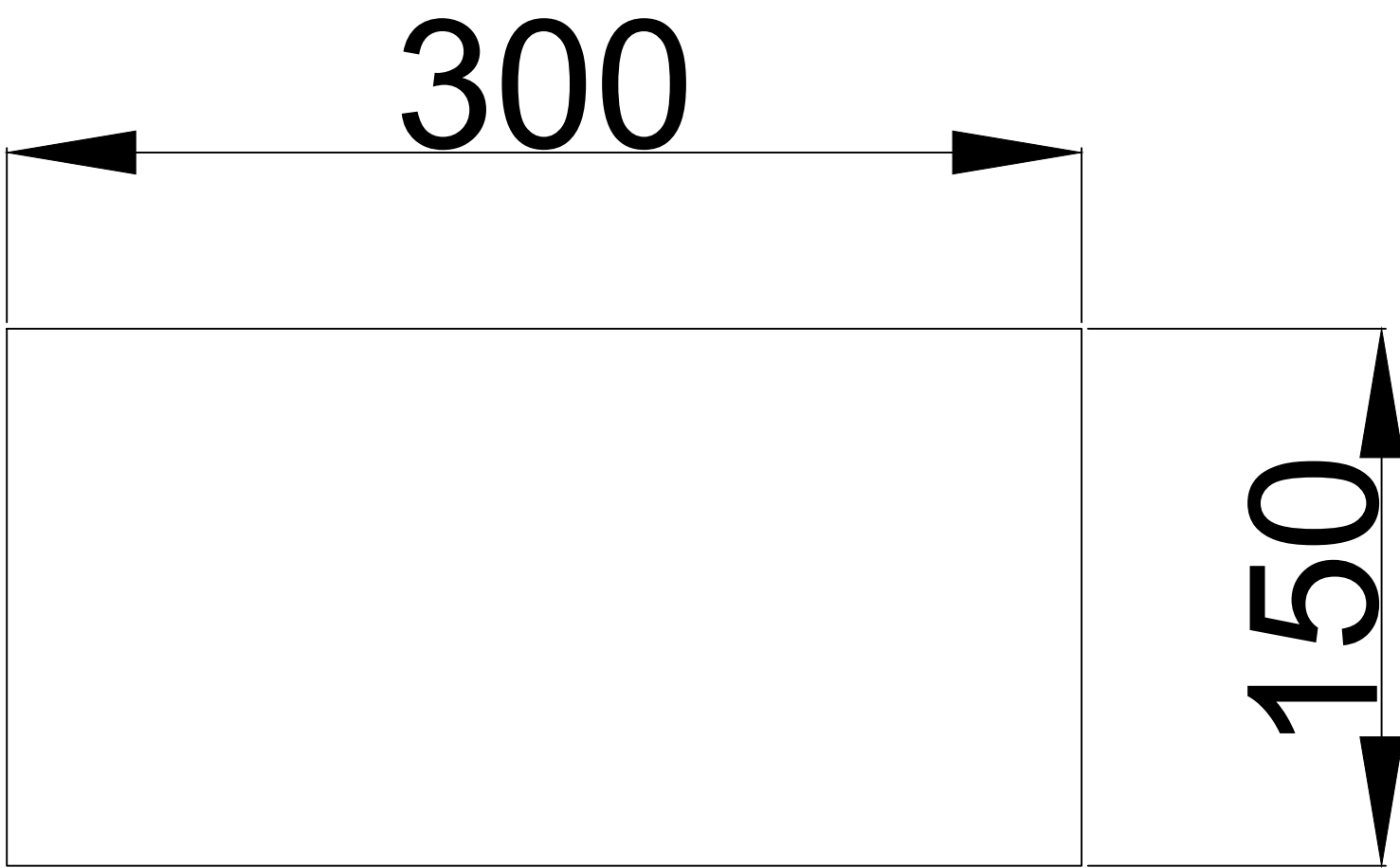
ÁREA=43,24m²



TELHADO DA LAVANDERIA

ESC=1:20

ÁREA=4,5m²



NOTA
1 - COTAS EM CENTÍMETROS

LEGENDA:

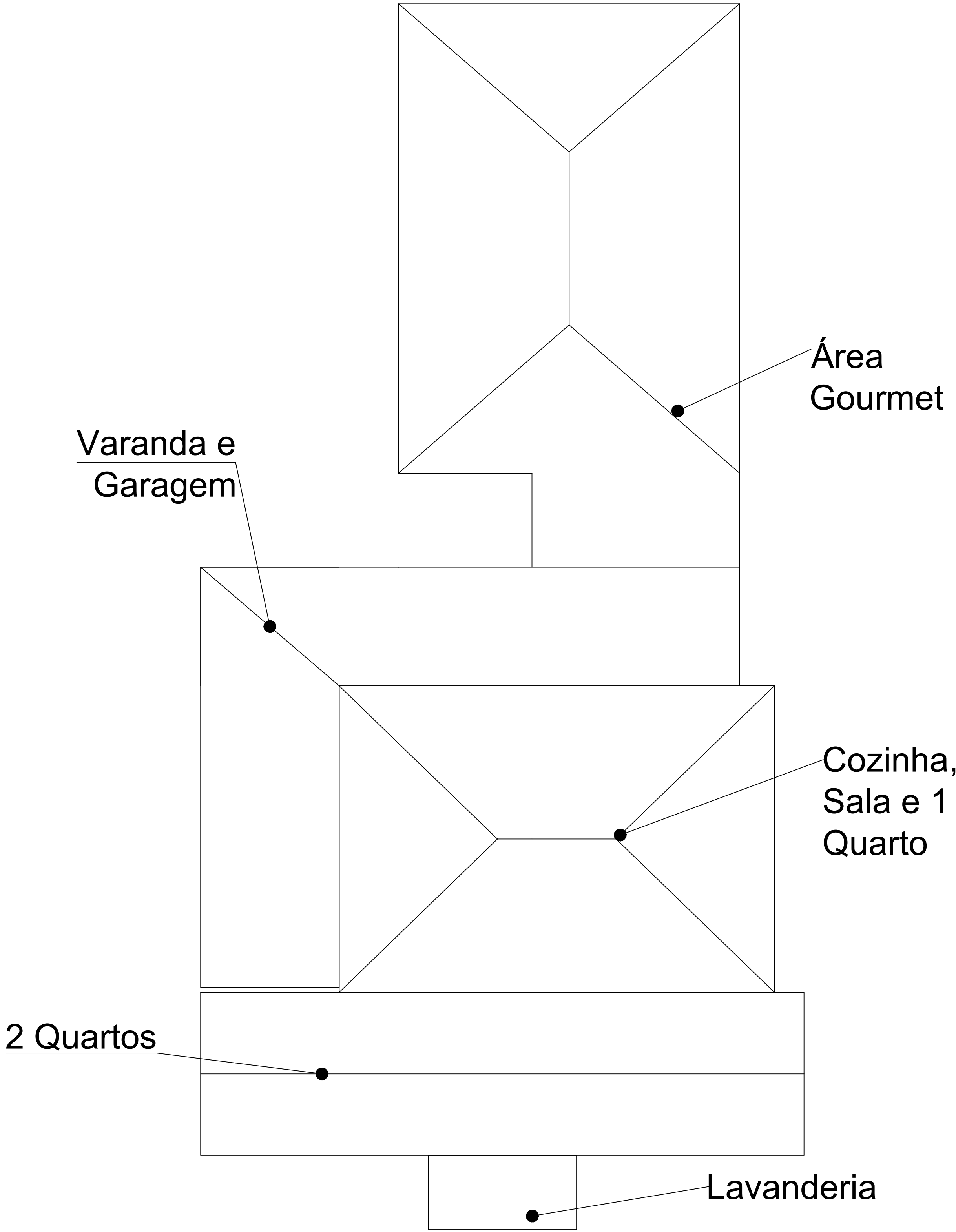
ÁREA TOTAL DOS TELHADOS DOS CÔMODOS DA
RESIDÊNCIA DA PROPRIEDADE RURAL
ABAETÉ -MG

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS

ELABORADO POR:	DATA:	FOLHA:
DAVI AUGUSTO AMORIM SILVA	JUNHO / 2023	02 DE 03

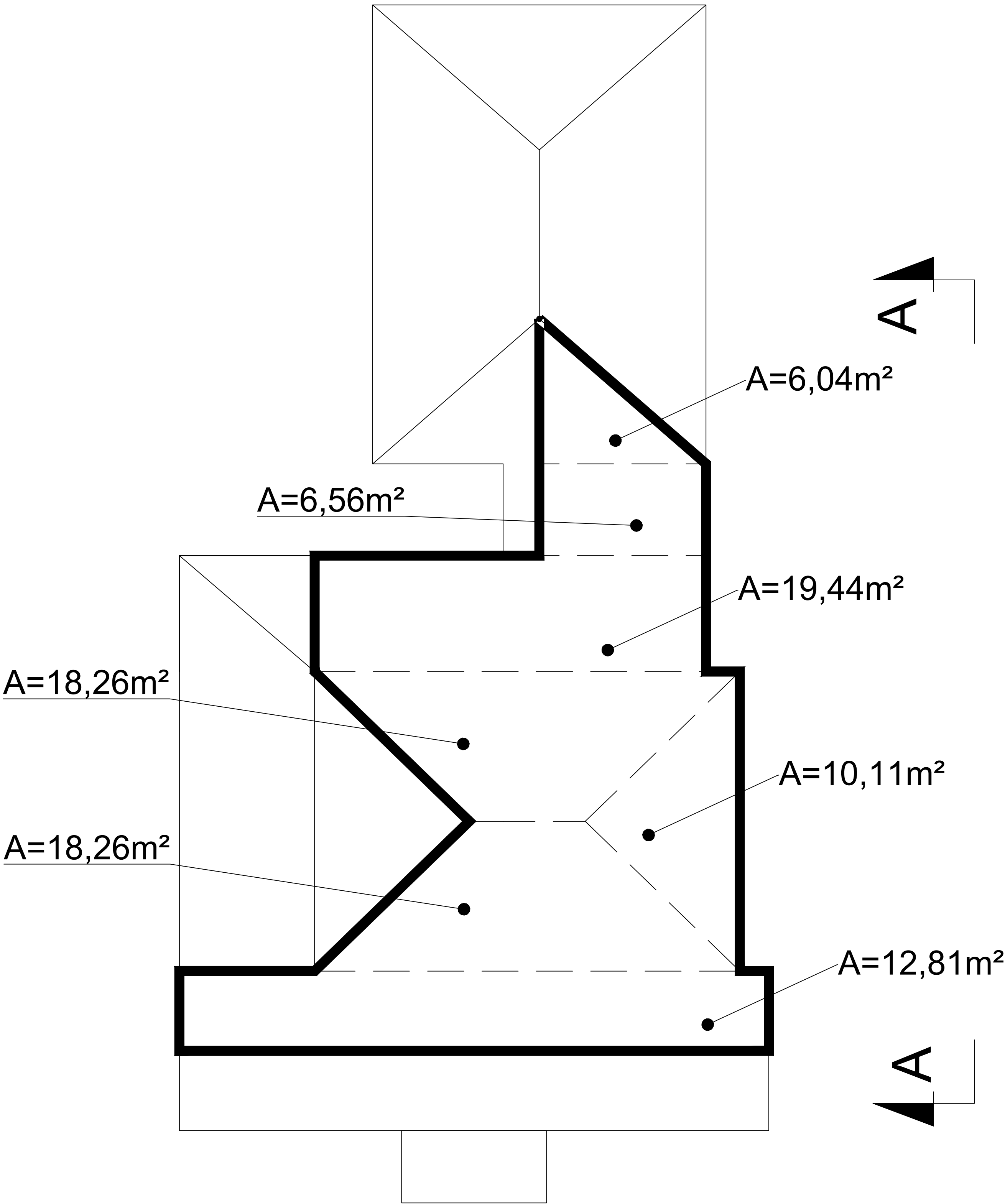
TELHADO DA RESIDÊNCIA DA PROPRIEDADE RURAL

ESC=1:60
ÁREA=204,53m²



ÁREA DO TELHADO DA RESIDÊNCIA UTILIZADA PARA OS CÁLCULOS - CAPTAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

ESC=1:60
ÁREA=91,48m²



NOTA
1 - COTAS EM CENTÍMETROS

LEGENDA:
 : INDICAÇÃO DO CORTE DA VISTA FRONTAL DO SISTEMA

ÁREA DE CAPTAÇÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

ABAETÉ -MG

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
DE MINAS GERAIS

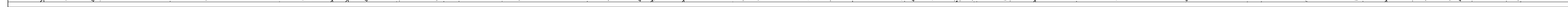
ELABORADO POR:
DAVI AUGUSTO AMORIM SILVA

DATA:
JUNHO / 2023

FOLHA:
03 DE 03

APÊNDICE B – PROJETO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

ESC=1:20



ESC=1:18

1 - COTAS EM CENTÍMETROS
2 - DIÂMETROS EM MILÍMETROS

LEGENDA: DN - DIÂMETRO NOMINAL
RG - REGISTRO

ELABORADO POR:	DATA:	FOLHA:
DAVI AUGUSTO AMORIM SILVA	JUNHO / 2023	01 DE 01