

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

EDUARDA IDALINA FURGERI

**SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM
EDIFICAÇÕES DE ENSINO: ESTUDO DE CASO NO LATRAM, UNIPAMPA,
CAÇAPAVA DO SUL**

CAÇAPAVA-RS

2022

EDUARDA IDALINA FURGERI

**SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM
EDIFICAÇÕES DE ENSINO: ESTUDO DE CASO NO LATRAM, UNIPAMPA,
CAÇAPAVA DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Engenharia Ambiental.

Orientadora: Jéssica Weiler.

CAÇAPAVA-RS

2022

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

F983s Furgeri, Eduarda Idalina

SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO
POTÁVEIS EM EDIFICAÇÕES DE ENSINO: ESTUDO DE CASO NO
LATRAM, UNIPAMPA, CAÇAPAVA DO SUL / Eduarda Idalina Furgeri.

68p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade Federal do
Pampa, ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA, 2022.

"Orientação: Jéssica Weiler".

1. Reúso de água pluvial. 2. Projeto hidrossanitário. I. Título.

EDUARDA IDALINA FURGERI

**SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM
EDIFICAÇÕES DE ENSINO: ESTUDO DE CASO NO LATRAM, UNIPAMPA,
CAÇAPAVA DO SUL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Dissertação defendida e aprovada em: 12, agosto e 2022.

Banca examinadora:

Prof. Dra. Jéssica Weiler
Orientador
(UNIPAMPA)

Prof. Dra. Mariana Ribeiro Santiago
(UNIPAMPA)

Prof. Dr. Rafael Matias Feltrin
(UNIPAMPA)



Assinado eletronicamente por **MARIANA RIBEIRO SANTIAGO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/08/2022, às 11:15, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **JESSICA WEILER, PROFESSOR MAGISTERIO SUPERIOR - SUBSTITUTO**, em 19/08/2022, às 11:48, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **RAFAEL MATIAS FELTRIN, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/08/2022, às 11:57, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0902653** e o código CRC **ECC27232**.

Dedico este trabalho a minha mãe, ao Lucas (em memória) e a professora orientadora, pois sem o apoio e incentivo de vocês esta conquista não seria possível.

RESUMO

A água é um recurso indispensável para a vida no planeta, porém finito. Com a crescente demanda sua disponibilidade em quantidade e qualidade é preocupante, e, por isso, alternativas de reaproveitamento de água estão sendo cada vez mais buscadas. A metodologia de captação de água da chuva é uma solução sustentável para a conservação dos recursos hídricos. O presente trabalho tem por objetivo analisar o sistema de reúso de águas pluviais para fins não potáveis no prédio do laboratório de lavra, planejamento e tratamento de minérios (Latram) da Unipampa, campus Caçapava do Sul, verificando a possibilidade de aproveitar e armazenar a água da chuva para suprir as necessidades locais. Para diagnóstico mais conciso foi quantificado o uso da água através do estudo de caso do prédio, vislumbrando o panorama da legislação vigente, a problemática do meio ambiente, o dimensionamento do sistema e sua viabilidade econômica. Inicialmente foi feito o levantamento preliminar de dados necessários para projetar o sistema de reúso de água por meio da análise da arquitetura da edificação, avaliação da área de cobertura (área de captação da água) e dados pluviométricos da região. Assim foi possível estimar a vazão do projeto, o dimensionamento da calha, os condutores verticais, a canalização horizontal, as caixas de inspeção, o dispositivo de remoção de detritos, o dimensionamento do reservatório, a demanda diária de água não potável, o reservatório superior, o tempo de armazenagem da cisterna, o dimensionamento da estação elevatória. Esses passos foram essenciais para o levantamento do orçamento avaliado em R\$37423,30, apresentando um período de retorno de 8,2 anos. Deste modo ficou evidente que a implementação de um sistema de reúso de águas pluviais no prédio universitário tem um potencial econômico viável, apresentando um retorno de investimento em curto prazo.

Palavras Chave: Captação de água pluvial, reaproveitamento, disponibilidade hídrica, instalações hidrossanitárias.

ABSTRACT

Water is an indispensable resource for life on the planet, but it is finite. With the growing demand, its availability in quantity and quality is a concern, and, therefore, alternatives for water reuse are being increasingly sought. The methodology of rainwater harvesting is a sustainable solution for the conservation of water resources. This paper aims to analyze the system of rainwater reuse for non-potable purposes in the building of the Mining, Planning and Mineral Treatment Laboratory (Latram) of the Unipampa, Caçapava do Sul campus, verifying the possibility of using and storing rainwater to supply local needs. For a more concise diagnosis, the use of water was quantified through a case study of the building, taking into account the current legislation, the environmental problems, the system sizing, and its economic viability. Initially, a preliminary survey of the data needed to design the water reuse system was done by analyzing the building's architecture, evaluating the coverage area (water collection area) and rainfall data of the region. Thus, it was possible to estimate the project's flow rate, the sizing of the gutter, the vertical conductors, the horizontal pipes, the inspection boxes, the debris removal device, the sizing of the reservoir, the daily demand of non-potable water, the upper reservoir, the storage time of the cistern, the sizing of the pumping station. These steps were essential to raise the budget evaluated in R\$37423.30, presenting a payback period of 8.2 years. Thus, it was evident that the implementation of a rainwater reuse system in the university building has a viable economic potential, presenting a short-term return on investment.

Keywords: Rainwater harvesting, reuse, water availability, hydro sanitary facilities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa das Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul.....	17
Figura 2- Bacia do Rio Camaquã.....	18
Figura 3- Precipitação média de 1981 a 2010 da estação Encruzilhada do Sul.....	19
Figura 4- Esquema de um sistema de aproveitamento de água de chuva.....	23
Figura 5- Mapa de Localização do Laboratório de Lavra Planejamento e Tratamento de Minério (Latram) da Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul.....	31
Figura 6- Laboratório de Lavra Planejamento e Tratamento de Minério (Latram) da Universidade Federal do Pampa.....	31
Figura 7- Equações de cálculo das áreas de superfícies.....	33
Figura 8- Ábaco para o dimensionamento de tubos verticais com calhas de aresta viva.....	36
Figura 9- Sistema de descarte das primeiras águas.....	48
Figura 10- Subdivisões da área de cobertura do prédio Latram.....	44
Figura 11- Divisão da tubulação horizontal.....	47
Figura 12- Modelo do sistema de reaproveitamento de água no Latram.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Produção hídrica por região.....	15
Tabela 2- Produção Hídrica na América do Sul.....	16
Tabela 3- Distribuição hidrográfica por região.....	16
Tabela 4 - Uso da água em escolas e universidades em Denver, Colorado – EUA.....	19
Tabela 5- Grau de qualidade da água conforme seu local de coleta.....	24
Tabela 6- Exigências mínimas de qualidade da água para reúso de acordo com sua finalidade.....	25
Tabela 7- Padrões determinados pelo Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações.....	27
Tabela 8- Critérios de qualidade da água pluvial.....	28
Tabela 9- Período para manutenção.....	28
Tabela 10- Coeficiente médio de Runoff.....	33
Tabela 11- Coeficiente de rugosidade para diferentes materiais de acordo com a ABNT 10844/1989.....	35
Tabela 12- Capacidade de calhas semicirculares com rugosidade-0,011, em L/min.....	35
Tabela 13- Vazões dos condutores horizontais segundo a fórmula de Manning-Strickler, para rugosidade 0,011, em L/min.....	36
Tabela 14- Rendimento da motobomba em função da potência.....	41
Tabela 15- Valores dos parâmetros a,b e h bem como a área resultante de cada seção do telhado.....	45
Tabela 16- Valores da área e vazão do projeto para as seções consideradas.....	45
Tabela 17- Valores dos diâmetros das calhas.....	46
Tabela 18- Diâmetro da tubulação vertical.....	47
Tabela 19- Diâmetro da tubulação horizontal.....	48
Tabela 20- Lista dos itens do sistema e valores médios de mercado.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS

SEMA – Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

LATRAM – Laboratório de lavra, planejamento e tratamento de minérios.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil.

CORSAN – Companhia Rio-grandense de Saneamento.

IRGA – Instituto Rio-grandense do Arroz.

NBR – Norma brasileira.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.2 Objetivos.....	12
Objetivo Geral.....	12
Objetivos Específicos.....	13
1.3 Justificativa.....	13
1.4 Estrutura do Trabalho.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Disponibilidade de recursos hídricos a nível mundial.....	14
2.2 Disponibilidade de água no Brasil.....	15
2.3 Disponibilidade hídrica no estado do Rio Grande do Sul e no local de estudo.....	16
2.4 Precipitação em Caçapava do Sul.....	18
2.5 Conservação da água.....	20
2.6 Usos da água em edificações.....	20
2.7 Aproveitamento da água da chuva.....	21
2.8 Qualidade da água pluvial para fins não potáveis.....	23
2.9 Legislação vigente no Brasil.....	26
2.10 Normas técnicas de referência.....	29
3. METODOLOGIA.....	29
3.1 Considerações iniciais.....	29
3.2 Área de estudo.....	30
3.3 Objeto de estudo.....	31
3.4 Levantamento de dados.....	32
3.5 Procedimentos para dimensionamento.....	32
3.5.1 Área de captação.....	32
3.5.2 Vazão do projeto.....	34
3.5.3 Calhas.....	34
3.5.4 Condutores horizontais.....	35
3.5.5 Condutores verticais.....	36
3.5.6 Caixas de inspeção.....	37
3.5.7 Dispositivo de remoção de detritos.....	37
3.5.8 Dimensionamento da cisterna.....	38
3.5.9 Demanda diária de água não potável.....	39
3.5.10 Reservatório superior.....	39
3.5.11 Tempo de armazenagem da cisterna.....	40

3.5.12 Dimensionamento da estação elevatória.....	40
3.5.13 Tratamento da água coletada.....	43
3.6 Análise de custo.....	43
4.RESULTADOS.....	44
4.1 Área de cobertura.....	44
4.2 Vazão do projeto.....	45
4.3 Dimensionamento de calhas.....	46
4.4 Condutores verticais.....	46
4.5 Canalização horizontal.....	47
4.6 Caixas de inspeção.....	48
4.7 Dispositivos de remoção de detritos.....	48
4.8 Posição do reservatório inferior.....	48
4.9 Dimensionamento do reservatório.....	48
4.10 Demanda diária de água não potável.....	49
4.11 Reservatório superior.....	49
4.12 Tempo de armazenagem da cisterna.....	49
4.13 Dimensionamento da estação elevatória.....	50
4.14 Estimativa da economia gerada pelo sistema.....	53
4.15 Estimativa de custo para implantação do sistema.....	53
4.16 Período de retorno do investimento.....	54
4.17 Definição do projeto.....	55
6.CONCLUSÃO.....	57
Referências.....	58
Anexo 1- Layout das tubulações de distribuição de água potável do LATRAM.....	62
Anexo 2- Detalhe das cisternas do prédio.....	63
Anexo 3- Distribuição de água potável em banheiros no prédio do LATRAM.....	64
Anexo 4- Layout das tubulações do prédio.....	65

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito indispensável para a manutenção da vida no planeta. Grande parte da extensão da Terra é composta por água, porém 97,4% é constituída por água salgada, 2% de gelo e apenas 0,67% corresponde a água doce (WARD e ROBINSON,1990). O crescimento populacional desenfreado associado ao uso irracional da água vem ocasionando uma rápida degradação dos recursos hídricos (MAY, 2004). Esse fator gera grande preocupação da disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade, afetando diretamente a qualidade de vida e desenvolvimento econômico (SALLA, 2013).

Outra grande preocupação é a irregularidade na distribuição de reservas hídricas. A maior concentração de recursos hídricos disponíveis se encontra justamente em locais que possuem baixo número de habitantes (GHISI, 2006). Essa distribuição varia conforme a geografia (topografia e solo), clima (regime pluviométrico e taxa de evapotranspiração) e características sociodemográficas, dado que a ocupação intensiva do solo leva à redução dos recursos hídricos (ANA, 2016).

As bacias hidrográficas da região sul do Brasil enfrentam condições críticas devido à má qualidade da água e à alta demanda, ambas associadas à alta urbanização e industrialização, afetando sua disponibilidade (PESSOA, 2015). No Rio Grande do Sul as chuvas são distribuídas de forma relativamente uniforme ao longo do ano. As médias pluviométricas variam de 1.299mm a 1.500mm no sul e 1.500mm a 1.800mm no norte do estado (Wrege et al., 2012). Contudo, segundo a EMBRAPA (2012), há períodos de escassez no estado. A origem do problema é o fenômeno La Niña que muda a direção dos ventos e reduz a precipitação, causando escassez de água. Assim, é importante que, além do consumo consciente, sistemas estratégicos de redução e reúso de água sejam implementados em diferentes áreas.

Os sistemas de reaproveitamento e captação de águas pluviais surgiram como forma de economizar água e como alternativa para lidar com a escassez de recursos hídricos. A concepção de substituir fontes tradicionais apresenta a possibilidade de reúso de águas para que se possam suprir demandas que tolerem serem substituídas por águas de qualidade inferior, disponibilizando as águas de melhor qualidade para usos que dependem de características superiores (MANCUSO, 2003). Alguns autores citam que esses sistemas trazem uma diminuição de alagamentos. Porém Tucci (2007) acredita que

o reaproveitamento de águas pluviais é conveniente para fornecimento de água não potável, no entanto diz não ser tão efetivo para o controle de alagamentos.

Os requisitos por qualidade das águas pluviais dependem da definição prévia do seu uso como potável ou não potável para que sejam adequadas às normas e limites de cada região. (SANTOS, 2002).

De acordo com MAY (2004) a viabilidade do sistema depende basicamente de três fatores: precipitação, área de coleta e demanda. O reservatório de água da chuva, por ser o componente mais dispendioso do sistema, deve ser projetado de acordo com as necessidades do usuário e com a disponibilidade pluviométrica local para dimensioná-lo corretamente, sem inviabilizar economicamente o sistema.

No Brasil, em 2019, foi elaborada a norma NBR 15527/2019 que abrange o uso eficiente da água da chuva e coberturas, onde se atualizou o arcabouço legal do saneamento básico e em seu texto incentiva o reaproveitamento do esgoto doméstico e o reaproveitamento da água da chuva. Com base nessa norma e outras normas o presente trabalho apresenta um projeto para a implantação de sistema de captação de água da chuva para reúso para fins não potáveis em um prédio universitário.

1.2 OBJETIVOS.

1.2.1 Objetivo Geral.

Este trabalho tem por objetivo geral o desenvolvimento do projeto de reúso da água pluvial para fins não potáveis em uma edificação universitária da UNIPAMPA, Campus Caçapava do Sul.

1.2.2 Objetivos Específicos.

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

- Utilizar as normas técnicas vigentes da ABNT para edificações, Leis/Decretos Municipais, Estaduais e Federais.

- Verificar as instalações hidrossanitárias de água fria em perfeito e completo funcionamento, efetuando o estudo de viabilidade técnico-econômica da implantação do sistema de captação, armazenamento e uso da água da chuva para fins não potáveis.

1.3 Justificativa.

O aproveitamento da água da chuva traz benefícios de conservação, que vão além da economia potável, como a redução dos impactos ambientais, redução de escoamento superficial, melhoramento do uso, redução da perda e desperdício e conscientização dos usuários pela utilização da mesma para evitar danos ambientais. Isso se torna ainda mais importante quando consideramos que a região onde será o estudo sofre com períodos de escassez de água.

O uso da água da chuva também traz consigo benefícios econômicos. Nesse caso específico, o reúso de água será feita em grande parte em estruturas já existentes na edificação (telhado, lajes e calhas), que funcionam como um sistema de coleta e aproveitamento de água pluvial, conduzindo seu armazenamento através de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por equipamentos de filtragem e descarte de impurezas. Ou seja, o custo de implementação do sistema será reduzido, o que gerará um aumento dos benefícios econômicos, além do próprio ganho com a redução do consumo de água em longo prazo.

O presente trabalho visa através do memorial descritivo e normas utilizadas para o desenvolvimento de um projeto de reúso da água pluvial em um prédio universitário, analisar e viabilizar a implantação de um sistema de captação de água da chuva para fins não potáveis, desde a execução da obra, suas instalações hidrossanitárias, sua viabilidade econômica e seu período de retorno econômico. Assim, espera-se que a implantação de um sistema de captação de água da chuva para fins não potáveis no prédio reduza o consumo de água potável desnecessário, além de trazer benefícios econômicos.

1.4 Estrutura do trabalho

O trabalho foi dividido em cinco tópicos. No primeiro tópico foi abordada uma breve introdução sobre o assunto e também foram apresentados os objetivos.

No segundo foi apresentada a revisão bibliográfica sobre a importância da água, sua disponibilidade, seus múltiplos usos e outras questões relevantes para o estudo.

O terceiro tópico mostra a metodologia utilizada no desenvolvimento do projeto, a área de estudo e também envolve o levantamento de dados juntamente com as normas e os procedimentos utilizados para a realização dos cálculos.

No quarto tópico é feito o dimensionamento do sistema de reutilização de água da chuva para fins não potáveis, com todos os cálculos e estimativas geradas para o sistema.

No quinto e último tópico é exposta a conclusão obtida.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

2.1 Disponibilidade de recursos hídricos em nível mundial.

As águas no planeta estão divididas da seguinte forma: 97% das águas são salgadas e 3% delas são doces (WEIERBACHER, 2008). Dos 3% de água doce, 80% está congelada nas calotas polares do Oceano Ártico, na Antártida e nas regiões montanhosas, ou em lençóis subterrâneos muito profundos, sobrando apenas 20% do volume da água para o consumo humano (BERTOLO, 2006).

Segundo Bertolo (2006), o aumento da população mundial e o crescimento do consumo de água proporcionaram uma queda da disponibilidade da fonte. Esse crescimento de consumo afirma que países com maior extensão territorial não são responsáveis em apresentar maior disponibilidade de água, mas aqueles com dimensão e pouco povoamento, exemplo a América do Norte que dispõe de 30 vezes mais recursos hídricos que número de habitantes.

Com a grande variação aleatória das precipitações atmosféricas ao longo do tempo essa distribuição não uniforme foi se agravando, pois as precipitações tornaram-se escassas em determinados períodos do ano e muito abundantes em outros. As duas situações ocasionam problemas seríssimos, como as inundações e as secas (PEREIRA JÚNIOR, 2004).

A água é distribuída de forma desigual em todo o planeta, com as maiores quantidades de água disponíveis na Ásia e na América do Sul. A Ásia tem a maior parcela mundial desse recurso, que totaliza cerca de 31,6% com vazão de 458 mil quilômetros

cúbicos por ano. Os de menor potencial são Oceania, Austrália e Tasmânia (TOMAZ, 2001). A Tabela 1 apresenta dados da produção hídrica por regiões no mundo.

Tabela 1- Produção hídrica por região.

Regiões do mundo	Vazão Média (km³/s)	Porcentagem (%)
Ásia	458.000	31,6
América do Sul	334.000	23,1
América do Norte	260.000	18,0
África	145.000	10,0
Europa	102.000	7,0
Antártida	73.000	5,0
Oceania	65.000	4,5
Austrália e Tasmânia	11.000	0,8
Total	1.448.000	100

Fonte: TOMAZ, 2001.

Os países considerados com maior escassez de água seriam aqueles com um índice de distribuição (relativo ao número de habitantes) da quantidade anual de água doce disponível globalmente abaixo de 500 m³/pessoa/ano. Dentre esses países encontram-se a Arábia Saudita, Israel, Líbia etc. Entre os países considerados com grande disponibilidade hídrica estão Brasil, Canadá, Rússia e Colômbia.

2.2 Disponibilidade da água no Brasil.

Com uma área de 8,512 milhões de quilômetros quadrados, o Brasil é o quinto maior país por área terrestre. Sua disponibilidade hídrica é estimada em 35.732 m³/hab./ano, o que torna o Brasil um país "rico em água", onde se encontram 12% da água doce do mundo (TOMAZ, 2001).

Em comparação com os outros países da América do sul o Brasil apresenta a maior vazão média, correspondente a 53% da vazão média anual de todo o subcontinente, como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2- Produção hídrica na América do Sul.

América Do Sul	Vazão média (m³/s)	Porcentagem (%)
Brasil	177.900	53
Outros Países	156.100	47
Total	334.000	100

Fonte: TOMAZ, 2001.

Enquanto o Brasil tem um percentual considerado alto em relação a outros países, sua distribuição regional é irregular (Tabela 3).

Tabela 3- Distribuição hidrográfica por região do Brasil.

Região do Brasil	Área Territorial (%)	Disponibilidade de água (%)	População (%)
Norte	45	69	8
Nordeste	18	3	28
Sudeste	11	3	43
Sul	7	66	15
Centro-Oeste	19	15	7

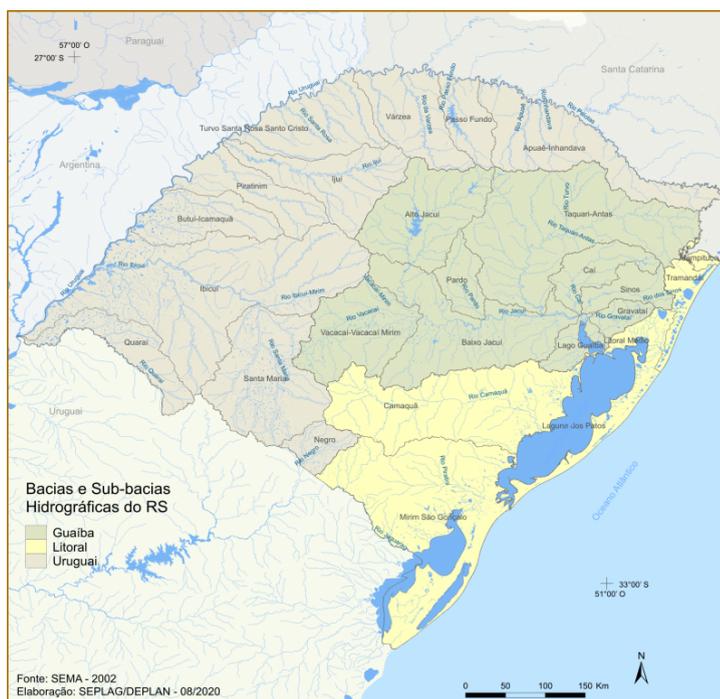
Fonte: GHISI, 2006.

As regiões centrais, oeste e norte, ricas em recursos hídricos, respondem por cerca de 84,2% do total de recursos hídricos do Brasil, e apenas 14,5% da população vive nessa região, enquanto as regiões nordeste, sul e sudeste representam recursos hídricos em 15,8% do total e 85,5% dos brasileiros vivem na região (GHISI, 2006).

2.3 Disponibilidade hídrica no estado do Rio Grande do Sul e no local de estudo.

Segundo a SEMA (2007) o Rio Grande do Sul possui uma das maiores reservas de água superficial do Brasil. Seu território é drenado por uma densa rede hidrológica superficial e possui 3 grandes bacias hidrográficas: a Bacia do Uruguai, a Bacia do Guaíba e a Bacia Litorânea. A Bacia do Uruguai faz parte da Bacia do Prata, que responde por cerca de 57% da área total do estado; a Bacia do Guaíba compreende 30%, e a Bacia Litorânea 13% da área total do estado (Figura 1). O uso da terra na bacia hidrográfica Uruguiaia está relacionado principalmente às atividades agropecuárias e agroindustriais. Com grande concentração de indústrias e áreas urbanas, a Bacia do Guaíba é a área mais populosa do estado, além de possuir as mais diversas atividades, incluindo agricultura e pecuária, além de atividades agroindustriais, industriais, comerciais e de serviços. O uso da terra na bacia litorânea está principalmente relacionado à agricultura, agroindústria e atividades industriais.

Figura 1- Mapa das Bacias e Sub-bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul.

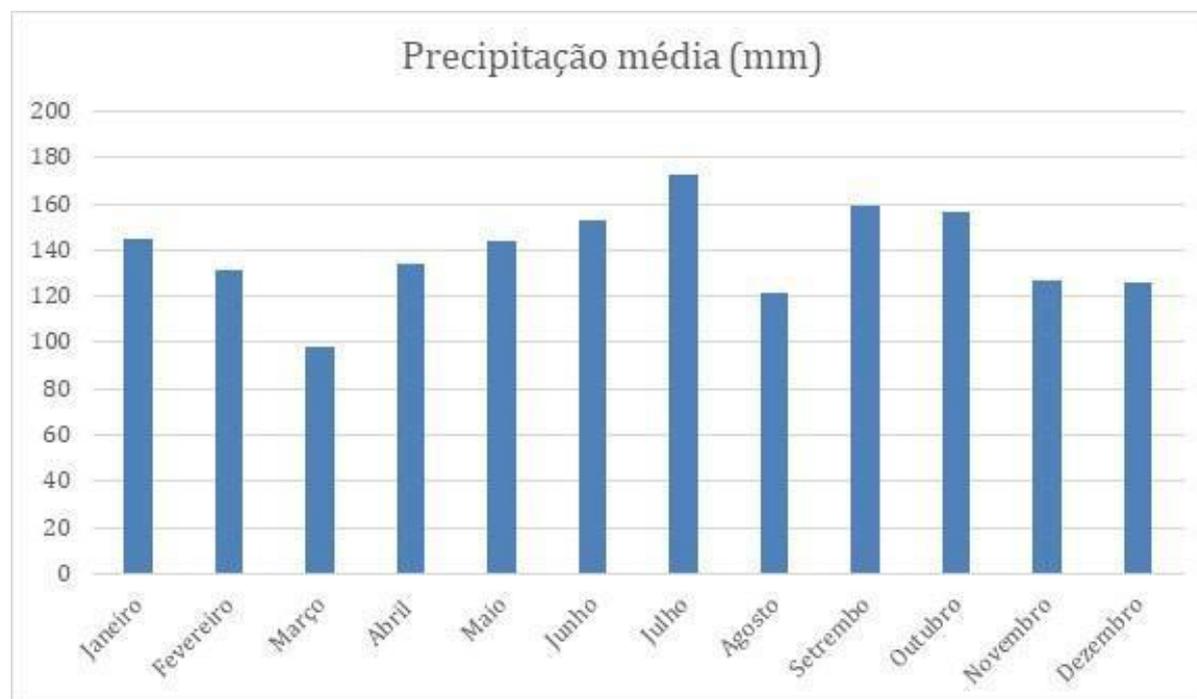


Fonte: SEMA, 2002.

O município de Caçapava do Sul está localizado na parte central do estado do Rio Grande do Sul, na região da Campanha. Fazendo parte das bacias dos rios Camaquã, Baixo Jacuí e Vacacai-Vacacai Mirim (SEMA, 2007). Esta área é classificada como

interpolando para as localidades próximas que não tem estação de medição de dados meteorológicos.

Figura 3- Precipitação média de 1981 a 2010 da estação de Encruzilhada do Sul.



Fonte: Adaptado de IRGA, (2019).

Segundo Azevedo Neto (1991) classifica a disponibilidade e do aproveitamento de água de chuva para abastecimento público da seguinte maneira:

- Baixa: precipitação anual abaixo de 1000 mm;
- Razoável: precipitação anual entre 1000 mm e 1500 mm;
- Excelente: precipitação anual acima de 2000 mm.

De acordo com os dados pluviométricos março é o mês que apresenta menor precipitação média de 98 mm e julho é o mês que ocorre a maior volume de chuvas com a média de 172,8 mm e apresenta precipitação anual média de 1668,6 mm. Então se pode afirmar que Caçapava do Sul é classificada como uma região com disponibilidade pluviométrica razoável a excelente no quesito de disponibilidade e aproveitamento de água da chuva para abastecimento público.

2.5 Conservação de água.

As medidas de conservação de água implantadas no uso urbano, tanto residencial, comercial ou industrial, podem ser classificadas como convencionais ou não convencionais. Segundo Tomaz 2001 as medidas não convencionais para conservação de água são: reúso de água cinza, utilização discreto de vaso sanitário em compostagem, aproveitamento de água da chuva, dessalinização da água do mar, aproveitamento de água de drenagem do subsolo de edifícios. As medidas convencionais para conservação da água incluem correção de vazamentos nos sistemas de distribuição de água e em residências, mudanças nas tarifas, redução de pressão nas redes, reciclagem e reúso de água, leis sobre aparelhos sanitários e educação pública.

A conservação da água é um conjunto de atividades com o objetivo de melhorar o uso da água e reduzir as perdas e desperdícios da mesma; reduzir a demanda da água e; implantar práticas agrícolas para economizar a água (Tomaz, 2001).

Em 1997, o governo brasileiro estabeleceu o Plano Nacional de Prevenção ao Desperdício de Água - PNCDA. O objetivo geral do PNCDA é promover o uso racional de água nas cidades brasileiras, trazendo benefícios à saúde pública, ao saneamento e a eficiência dos serviços, proporcionando melhor produtividade dos ativos existentes, e postergação dos investimentos na expansão do sistema existente. Também criou metas específicas para identificar e implementar uma série de ações e ferramentas técnicas, normativas econômicas e institucionais para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para consumo nas áreas urbanas, consolidados em publicações técnicas e cursos de capacitação.

2.6 Usos da água em edificações.

Em edificações residenciais, a água é utilizada para diversos fins, citando-se como exemplo: beber, preparo de comida, higiene pessoal, saneamento domiciliar, limpeza do vestuário e da moradia, entre outras funções que dependem do clima, da cultura, do poder aquisitivo e dos hábitos alimentares (PEREIRA JÚNIOR, 2004).

Segundo Tomaz (2001), em uma residência, uma pessoa ocupa em média cinco vezes o vaso sanitário por dia e cada descarga (caixa externa) utiliza em torno de 12 litros de água.

O valor do consumo de água vem aumentando e ele é decorrente do crescimento populacional e da melhoria da renda da população. Nos chamados 22 países desenvolvidos, o consumo já está se estabilizando, entretanto, ainda não ocorre em países em desenvolvimento, onde se concentra a maior parte do crescimento populacional (PEREIRA JÚNIOR, 2004).

Em prédios públicos, como escolas e universidades, onde o usuário não é o responsável direto pelo pagamento da conta de água, há uma tendência de desperdiçar mais. Assim, alguns programas e estudos sobre o uso racional em escolas e universidades estão em andamento com o objetivo principal de reduzir o consumo. Segundo Tomaz, o consumo médio de água para e universidades varia de 10 a 50 litros/dia por aluno, e 210 litros/dia por funcionário, sendo esse consumo distribuído entre os diferentes usos mostrados na tabela 4.

Tabela 4 - Uso da água em escolas e universidades em Denver, Colorado - EUA

Consumo	Uso da água (%)
Consumo doméstico	47,8
Rega de jardins	29,5
Resfriamento e aquecimento	10,6
Cozinhas	3,9
Perdas	3,8
Vazamentos	0,7
Lavanderias	2,9
Outros	0,8
Total	100
Total não potável	43

Fonte: TOMAZ, 2001.

O uso total de água não potável neste estudo resultou em 43% de todo o uso de água dos prédios estudados. Essa porcentagem pode ser substituída por uma água de reúso, diminuindo o uso de água da rede de abastecimento.

2.7 Aproveitamento da água da chuva.

O manejo e o aproveitamento da água de chuva vêm ganhando ênfase por ser um meio simples e eficaz de atenuar o grave problema ambiental da crescente escassez de água para consumo. Levando em consideração que há vários aspectos positivos do uso de aproveitamento de água pluvial, possibilitando assim reduzir o consumo de água da rede pública, bem como o custo de fornecimento, ademais, evitando desperdício de um recurso natural escasso e ajudando a conter as enchentes. Destaca-se que investimentos em estruturas para aproveitamento de água da chuva apresentam retorno de investimento a partir de 2,5 anos (MAY, 2004).

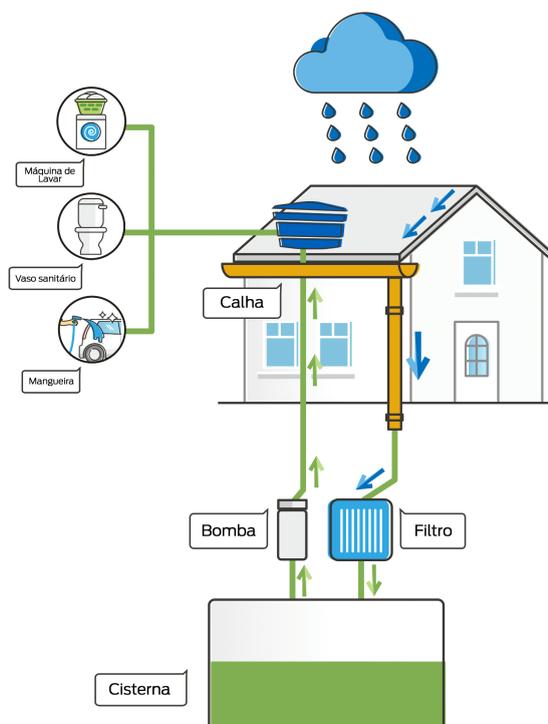
A água é um recurso renovável, após a reciclagem através de sistemas naturais, torna-se um recurso limpo e seguro, cuja qualidade pode ser deteriorada pela ação humana. Uma vez contaminada, a água pode ser reciclada para diferentes propósitos. A qualidade da água utilizada e a finalidade do seu reuso determinam os níveis de tratamento recomendados, as normas de segurança adotadas e os custos relacionados. As possibilidades e formas potenciais de reutilização dependem das características, condições e fatores locais (Hespanhol, 2002).

[...] o aproveitamento de água pluvial aparece neste início de Século XXI como uma alternativa a fim de substituir o uso de água potável em atividades em que esta não seja necessária tais como descargas de vasos sanitários, irrigação de jardins e lavagens de carros, pisos e passeios (GOULD, NISSENPETERSEN, 1999, apud CAMPOS et al., 2004).

A água da chuva é definida como a água que vem diretamente das águas pluviais e é coletada através de áreas cobertas, telhados ou grandes superfícies impermeáveis após o escoamento. Existem vários aspectos positivos no uso de sistemas de captação de água da chuva, pois reduzem o consumo de água potável e diminuem os custos de abastecimento de água para as concessionárias de água; minimizam o risco de inundação e protegem o meio ambiente, reduzindo a escassez de água (MAY, 2004). A viabilidade de implantação de um sistema de captação de água da chuva depende principalmente dos seguintes fatores: precipitação, área de captação e demanda de água. Além disso, ao projetar tal sistema, deve-se considerar as condições ambientais locais, clima, fatores econômicos, uso da água e buscar soluções técnicas não padronizadas

Marinoski (2007). Na figura 4 é exposto um exemplo de um sistema de aproveitamento de água da chuva.

Figura 4- Esquema de um sistema de aproveitamento de água de chuva.



Fonte: Cedae.

A operação de um sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais geralmente consiste em captar as águas pluviais que caem nos telhados ou lajes da edificação. A água é transportada para o local de armazenamento por meio de calhas, condutores horizontais e verticais, passando por equipamentos de filtragem e remoção de impurezas. Depois de passar pelo filtro, a água é geralmente armazenada em reservatório inferior, e bombeada para um segundo tanque, do qual canalizações específicas para águas pluviais são distribuídas para o consumo não potável. Na figura 4 é exposto um exemplo de um sistema de aproveitamento de água da chuva.

2.8 Qualidade da água pluvial para fins não potáveis.

A qualidade da água da chuva utilizada é uma questão muito importante, pois cada finalidade de uso requer parâmetros de qualidade diferentes. (KINKER, 2009)

A qualidade das águas pluviais deve ser analisada em quatro etapas: antes de atingir o solo, após passar pela área de captação, dentro do reservatório e no ponto de uso. A composição das águas pluviais é influenciada pela localização geográfica, presença de vegetação, presença de cargas poluentes e condições meteorológicas como intensidade, duração e tipo de chuva, condições de vento e estação do ano. O tratamento das águas pluviais depende da qualidade da água captada e do seu uso final. A captação de água para fins não potáveis não requer grandes cuidados de purificação, embora seja geralmente necessário algum grau de filtragem (Thomaz, 2003).

O GROUP RAINDROPS (2002) apresentou em uma tabela as aplicações da água conforme o local de captação e seu respectivo grau de qualidade (tabela 5).

Tabela 5- Grau de qualidade da água conforme seu local de coleta.

Grau de Qualidade	Local de coleta da chuva	Observações
A	Telhados (não frequentados por animais ou pessoas).	Considerada potável após purificação da água.
B	Telhados (lugares frequentados por pessoas ou animais).	Somente para usos não potáveis.
C	Pisos e estacionamento	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis.
D	Estradas	Necessita de tratamento mesmo para usos não potáveis.

Fonte: GROUP RAINDROPS, 2002.

Devido à poluição urbana, as águas pluviais dos prédios precisam escoar por cinco minutos para remover a sujeira depositada nos telhados, que, se não estiverem equipados com filtros, acabará por infiltrar-se nos tanques (OLIVEIRA, 2005).

Contaminantes comumente encontrados em superfícies nos telhados incluem: excrementos de pássaros, pombos, camundongos e outros excrementos de animais, bem como poeira, folhas, coberturas de telhado, fibrocimento, tinta, etc. (THOMAS, 2003). Se a água da chuva for utilizada para consumo, ela precisa ser tratada para atingir o nível de consumo especificado pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2012, que se aplica ao Brasil.

O Manual de Proteção e Reúso de Água em Edificações (FIESP, 2005) estabelece requisitos mínimos para o uso de água não potável de acordo com as diferentes atividades desenvolvidas, apresentados na tabela 6.

Tabela 6- Exigências mínimas de qualidade da água para reúso de acordo com sua finalidade.

Finalidade	Características
Rega de jardim e lavagem de pisos	Não deve apresentar mau cheiro, não deve conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas, não deve ser abrasiva, não deve manchar superfícies, não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
Bacias sanitárias	Não deve apresentar mau cheiro, não deve ser abrasiva, não deve manchar superfícies, não deve deteriorar os metais sanitários, não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Refrigeração e sistema de ar condicionado	Não deve apresentar mau cheiro, não deve ser abrasiva, não deve manchar superfícies, não deve deteriorar máquinas, não deve formar incrustações.
Lavagem para veículos	Não deve apresentar mau cheiro, não deve ser abrasiva, não deve manchar superfícies, não deve conter sais ou substâncias remanescentes após a secagem, não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
Uso ornamental	Deve ser incolor, não deve ser turva, não deve apresentar mau cheiro, não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos, não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.
Lavagem de roupas	Deve ser incolor, não deve ser turva, não deve apresentar mau cheiro, deve ser livre de partículas sólidas, deve ser livre de algas, deve ser livre de metais, não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos, não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Fonte: FIESP, 2005.

2.9 Legislação vigente no Brasil.

A legislação brasileira até o momento se encontra desatualizada sobre o aproveitamento da água da chuva. Hoje, os municípios ocasionalmente agem para exigir

ou incentivar a captação de água da chuva, principalmente para mitigar as enchentes, mas não há portarias em nível nacional.

A NBR 10844/89 define o cálculo das captações de águas pluviais.

Outro parâmetro de uso da água da chuva pode ser baseado no Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações (ANA, FIESP e SindusCon-SP, 2005), que estabelece algumas regras sobre os critérios de reúso que a água deve ter, classificando a água de reúso em 4 categorias com base no uso:

- Água de reúso Classe 1: usada para descarte Bacias sanitárias, lavagem de pisos e fins decorativos, lavagem de roupas e veículos;
- Água de reúso de categoria 2: para fins relacionados à fase de construção da edificação;
- Água de reúso de nível 3: rega de jardim;
- Água de reúso classe 4: usada para resfriamento Equipamentos de ar condicionado.

Além da classificação da água quanto ao seu uso, o Manual de Conservação e Reúso de Água em Edificações também estabelece parâmetros de qualidade da água no seu aspecto físico-químico e bacteriológico para cada classe, retratado na tabela 7.

Tabela 7- Padrões determinados pelo Manual de Conservação e Reúso da Água em Edificações.

Parâmetros	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Coliformes	Não detectável	≤1000	≤200	2,2
Fecais				
pH	6,0 - 9,0	6,0 – 9,0	6,0 – 9,0	6,8 – 7,2
Cor (UH)	10	-	<30	-
Turbidez (UT)	2	-	<5	-
Alcalinidade	-	-	-	350
DBO (mg/L)	10	30	<20	-
Nitrato (mg/L)	<10	-	-	-

Nitrogênio amoniacal (mg/L)	20	-	-	1
Cloretos	-	-	-	500
Dureza	-	-	-	650
Sólidos suspensos (mg/L)	5	30	<20	100
Sólido dissolvido total (mg/L)	500	-	-	500

Fonte: ANA, FIESP e SindusCon-SP, 2005.

Os critérios de uso da água constam na NBR 15527/07. Esta norma adota a água da chuva utilizada para usos não potáveis, quando adequadamente tratada, pode ser utilizada para irrigação de gramados, descarga de vasos sanitários, lavagem de veículos e limpeza geral, como: pátios, ruas e calçadas e usos industriais. Também revisa calhas e condutores que devem ser considerados na análise do processo de projeto. Ainda nesta norma é dado os parâmetros, a periodicidade das análises e o valor de referência para a qualidade da água pluvial, apresentados na tabela 8.

Tabela 8- Critérios de qualidade da água pluvial.

Parâmetros	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 ml
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 ml
Cloro residual livre	Mensal	0,5 – 3,0
Turbidez	Mensal	2,0
Cor aparente	Mensal	15

pH	Mensal	6,0 – 8,0
----	--------	-----------

Fonte: NBR 15527/07.

Esta norma abrange usos não potáveis onde a água da chuva pode ser utilizada após tratamento adequado. Para abastecimento de água e garantia de qualidade quando em uso, todos os componentes do sistema de captação de água da chuva devem ser mantidos de acordo com a tabela 9.

Tabela 9- Período para manutenção.

Peça	Período de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte de escoamento superficial	Limpeza mensal
Calhas, condutores horizontais e verticais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatórios	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: NBR 15527/07.

Os períodos de manutenção são ditos para cada peça constituinte do sistema de reúso de água pluvial. Para dispositivos de descarte de detritos, dispositivo de descarte de escoamento superficial, dispositivo de desinfecção e bombas sua manutenção é mensal. Já para calhas, condutores horizontais e condutores verticais é semestral e para os reservatórios a manutenção é feita anualmente.

2.10 Normas técnicas de referência

O presente projeto atende às normas vigentes da ABNT para edificações, Leis/Decretos Municipais, Estaduais e Federais. Tais requisitos deverão ser atendidos pelo seu executor, que também deverá atender ao que está

explicitamente indicado no projeto. Dentre as mais relevantes e que nortearam o serviço de desenvolvimento deste projeto, destacamos:

- NBR 10844/1989 – Instalações prediais de águas pluviais.
- NBR 15527/2007 - Água de chuva– aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.
- NBR 5626/2020– Instalação predial de água fria.
- NBR 8160/1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário.

3. METODOLOGIA.

3.1 Considerações Iniciais.

O sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis foi desenvolvido para ser utilizado no prédio universitário do Laboratório de Lavra Planejamento e Tratamento de Minérios (Latram) da UNIPAMPA, campus Caçapava do Sul. Foram aplicadas as seguintes metodologias para o desenvolvimento do trabalho: objeto de estudo e sua descrição, memorial descritivo, área da cobertura, dados pluviométricos da região e dimensionamento do reservatório para aproveitamento de água pluvial para a implantação do sistema.

3.2 Área de Estudo.

O município de Caçapava do Sul é uma das cidades mais antigas do Rio Grande do Sul, que apesar de ainda pouco explorado no turismo, possui importantes atrações, principalmente de origem geológica, como a Pedra do Segredo.

Situado na chamada Zona da Campanha Gaúcha, a 450 metros de altitude, Caçapava do Sul tem como uma das principais fontes econômicas, as extensas jazidas de minérios de cobre, cal e calcário.

Essa área é classificada como pertencente ao bioma Pampa. De acordo com o censo de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a

cidade tem 34.634 habitantes. Distribuídos por um território de 3.047.113 quilômetros quadrados (IBGE, 2010). Na figura 5 é apresentado o mapa de localização do LATRAM.

Figura 5- Mapa de Localização do Laboratório de Lavra Planejamento e Tratamento de Minério (Latram) da Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul.



Fonte: A autora.

O laboratório onde foi efetuado o projeto se encontra no estado do Rio Grande do Sul, mais especificamente no município de Caçapava do Sul.

3.3. Objeto de Estudo.

O trabalho foi desenvolvido no prédio universitário do Laboratório de Lavra Planejamento e Tratamento de Minério (Latram) da Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul (Figura 6).

Figura 6- Laboratório de Lavra Planejamento e Tratamento de Minério (Latram) da Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul.



Fonte: Unipampa.

3.4. LEVANTAMENTO DE DADOS.

O levantamento preliminar de dados necessários para projetar o sistema de reúso de água foi feito por meio da análise da arquitetura da edificação, avaliação da área de cobertura (área de captação da água) e dados pluviométricos da região. Para isso, utilizaram-se as plantas da cobertura do prédio (anexo 1, anexo 2, anexo 3, anexo 4), fornecidas pelo atual diretor do campus, que foram estudadas e alteradas com o auxílio do software AutoCAD. As médias pluviométricas foram obtidas no site do IRGA e INMET.

3.5. PROCEDIMENTOS PARA DIMENSIONAMENTO.

Os cálculos para realização do dimensionamento seguiram as normas específicas referentes a cada elemento. O presente projeto atende às normas vigentes da ABNT para edificações, Leis/Decretos Municipais, Estaduais e Federais. Tais requisitos deverão ser atendidos pelo seu executor, que também deverá atender ao que está explicitamente indicado no projeto.

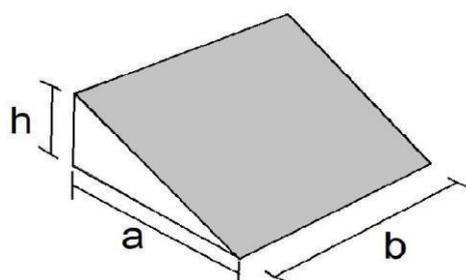
3.5.1 Área de captação.

A área de captação é conhecida como o local onde a água da chuva é coletada. Geralmente o telhado de um edifício. Os telhados podem ser inclinados, levemente

inclinados ou retos (TOMAZ, 2005). Para o cálculo da área de coleta se utilizou as equações presentes na ABNT 1989, mostradas na figura 7.

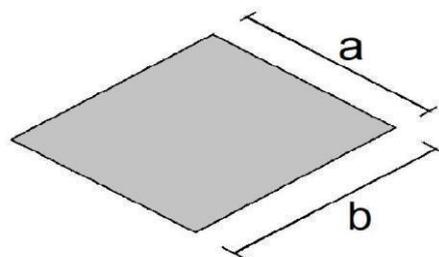
Figura 7- Equações de cálculo das áreas de superfícies.

Superfície inclinada



$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) \cdot b$$

Area plana



$$A = a \cdot b$$

Fonte: Adaptado de ABNT, (1989).

Alguns cuidados nas áreas de captação, como limpeza frequente e retirada de materiais que possam estar depositados no telhado, como poeira, folhas, galhos e dejetos de animais, devem ser tomados para minimizar a poluição e manter a qualidade da água (INEP, 2002).

Segundo Thomaz (2003), o coeficiente de escoamento é dado pela letra “C”, que varia de 0,8 a 0,90 de acordo com a composição do material de cobertura, quanto mais próximo de 1 maior a vazão de água. Na tabela 10 podemos verificar o coeficiente médio de Runoff para diferentes materiais.

Tabela 10-Coeficiente médio de Runoff de diferentes materiais.

Material	Coeficiente
Telha cerâmica	0,8 – 0,9
Telha esmaltada	0,9 – 0,95

Telhas corrugadas de metal	0,8 – 0,9
Cimento amianto	0,8 – 0,9
Plástico, PVC	0,9 – 0,95

Fonte: Thomaz, 2003.

3.5.2 Vazão do projeto.

O procedimento para o cálculo da vazão do projeto é descrito no ABNT 10844/1989. A vazão do projeto é utilizada para dimensionar calhas, condutores verticais e horizontais. A vazão de projeto será calculada pela Equação 1:

$$Q = \frac{cxi x A}{60} \quad (1)$$

Onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min;

i = intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = área de contribuição, em m²;

c = coeficiente de escoamento superficial
(considera-se c=1).

3.5.3 Calhas.

As calhas são dimensionadas através da fórmula de Manning-Strickler, demonstrada pela Equação 2:

$$Q = K \frac{S}{n} R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Onde:

Q = vazão de projeto, em L/min;

S = área da seção molhada, em m²;

n = coeficiente de rugosidade (tabela 11);

R = raio hidráulico, em m;

RH = (P/S) perímetro molhada, em m;

i = declividade da calha, em m/m;

K = 60.000

De acordo com a norma ABNT 10844/1989 o coeficiente de rugosidade de cada material para o dimensionamento de calhas é dado pela Tabela 11.

Tabela 11: coeficiente de rugosidade para diferentes materiais de acordo com a ABNT 10844/1989

Material	n
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos.	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida.	0,012
Concreto não alisado, cerâmica.	0,013
Alvenaria de tijolos não revestida.	0,015

Fonte: ABNT 10844/1989.

Através da fórmula de Manning-Strickler, dispõe-se das seguintes vazões, apresentadas pela Tabela 12.

Tabela 12- Capacidade de calhas semicirculares com rugosidade-0,011, em L/min

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

200

829

1167

1634

Fonte: ABNT 10844, 1989.

3.5.4 Condutores horizontais.

Condutores horizontais, conforme retratado na NBR 10844/1989 devem ser instalados com uma declividade uniforme de no mínimo 0,5%. No dimensionamento deve se considerar como lâmina de água uma altura de $\frac{2}{3}$ do diâmetro interno do tubo. Devem ser instaladas peças de inspeção a cada 20 metros de tubulação linear ou quando houver mudança de direção. A partir da fórmula de Manning-Strickler, tem-se as seguintes vazões, apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13- Vazões dos condutores horizontais segundo a fórmula de Manning-Strickler, para rugosidade 0,011, em L/min.

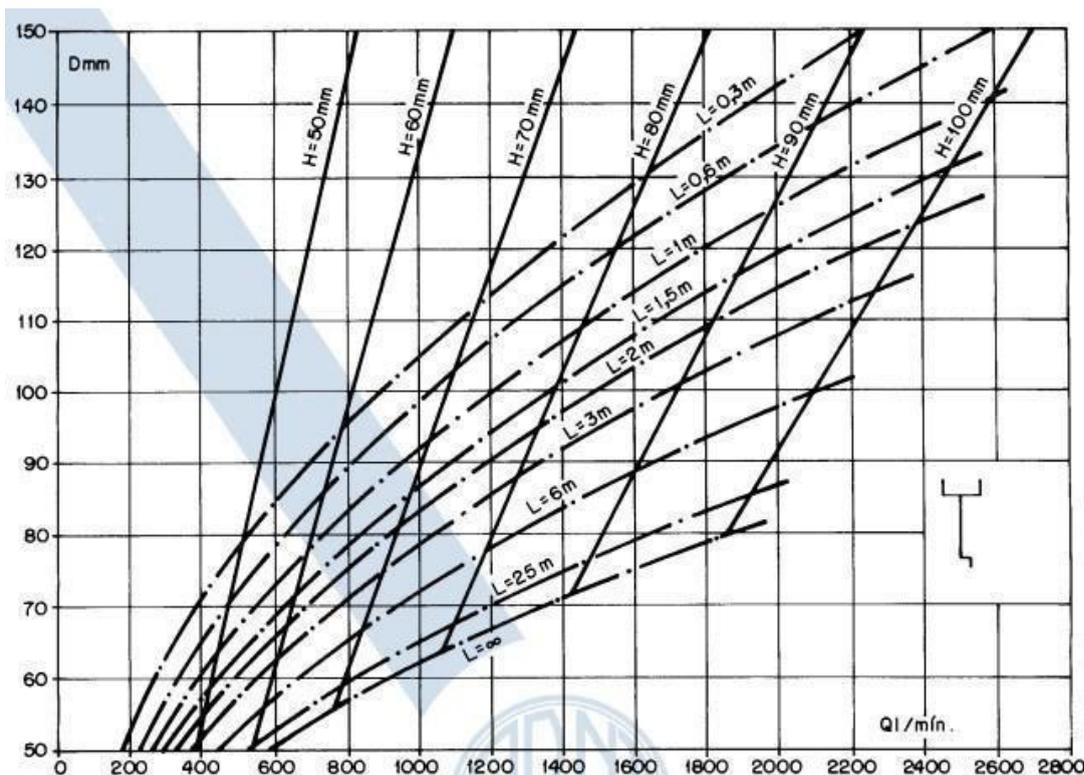
Diâmetro interno	n=0, 011		
	0,5%	1%	2%
50	32	45	64
75	95	133	188
100	204	287	405
125	370	521	735
150	602	647	1190
200	1300	1820	2570

Fonte: Adaptado de ABNT, (1989) .

3.5.5 Condutores verticais.

O dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito usando o ábaco da NBR 10844/1989, indicado na Figura 8 utilizando a vazão da seção e o comprimento do tubo.

Figura 8- Ábaco para o dimensionamento de tubos verticais com calhas de aresta viva.



Fonte: Adaptado de ABNT, (1989).

3.5.6 Caixas de inspeção.

As caixas de inspeção são utilizadas em sistemas pluviais quando há junção de tubos verticais com tubos horizontais ou quando há mudança de direção no escoamento. De acordo com a norma NBR 8160/1999 as caixas de inspeção devem obedecer aos seguintes parâmetros:

- Profundidade máxima de 1,00 m;
- Forma prismática, de base quadrada, com lado interno de 0,60 m.
- Tampa facilmente removível, permitindo perfeita vedação;
- Fundo construído de modo a assegurar rápido escoamento e evitar formação de depósitos.

3.5.7 Dispositivo de remoção de detritos.

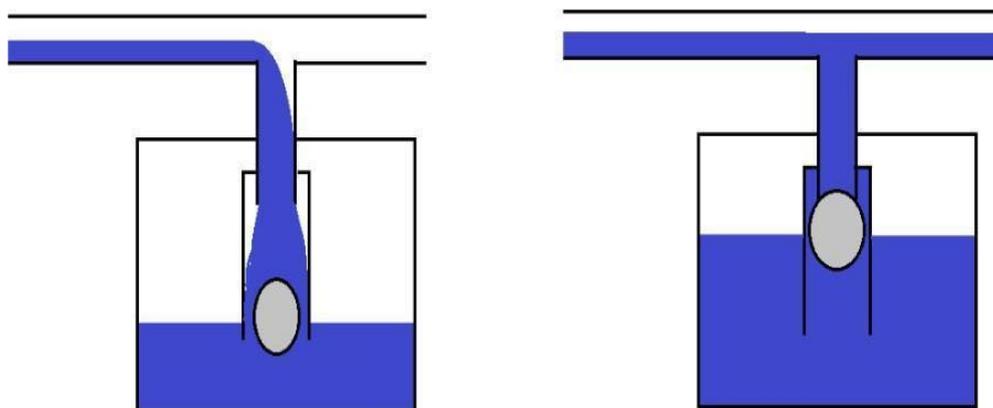
De acordo com a NBR 15527/2019 recomenda-se que seja instalado um dispositivo que descarte a água de escoamento inicial e que este seja automático. É

sugerido que se descarte os primeiros 2 mm de chuva. O volume do sistema pode ser dimensionado pela Equação 3:

$$V = 2mm \times \text{Área Total} \quad (3)$$

A Figura 9 apresenta um esquema do sistema de descarte das primeiras águas.

Figura 9- Sistema de descarte das primeiras águas.



Fonte: A autora.

O funcionamento deste sistema é simples, quando o reservatório de descarte de escoamento inicial atinge o volume uma boia impede que a água contaminada chegue até a cisterna.

3.5.8 Dimensionamento da cisterna.

A coleta da água da chuva deve ocorrer através de calhas e armazenada em cisternas ou construídas em PVC, fibra de vidro, concreto armado ou alvenaria. É importante observar que esses tanques devem ser cobertos e protegidos da luz solar, para impedir a proliferação de bactérias.

Os reservatórios devem ter capacidade para receber água potável do sistema público de abastecimento de água para que nos períodos de estiagem para que quando a água da captação da chuva não atender às necessidades da edificação o abastecimento das bacias sanitárias não seja comprometido.

Foi utilizado o Método de Azevedo Neto, indicado na NBR 15527/2007, onde se obtém o volume do reservatório de água pluvial por meio da equação 4:

$$V_{an} = 0,042 \times P_a \times A \times T \quad (4)$$

V_{an} = volume do reservatório (litros);

P_a = precipitação pluviométrica anual média (mm/ano = litros/m² por ano);

A = área de captação (m²);

T = número de meses de pouca chuva ou seca (adimensional).

3.5.9 Demanda diária de água não potável.

Segundo Mota (2006), estima-se que o consumo mínimo diário de água não potável é de 14 litros por pessoa. Observando as instalações da planta do prédio foi visto que ele tem a capacidade para receber 120 alunos. Para calcular a demanda diária utilize-se a equação 5:

$$C_d = N_p \times V \quad (5)$$

C_d = consumo diário (L);

N_p = número de pessoas;

V = volume gasto por pessoa.

3.5.10 Reservatório superior.

De acordo com a ABNT 15527/2007, sob nenhuma circunstância a água da chuva deve entrar em contato com água potável, pois pode ocorrer contaminação dessas águas uma vez que a água da chuva é somente para fins não potáveis. Assim, se faz necessário dois reservatórios superiores, um para água da chuva e outro para água potável de sistemas públicos de água.

Conforme a NBR 5626/2020 o reservatório superior deve ter volume que atenda no mínimo um período de 24h de abastecimento da edificação. Para calcular o volume do reservatório utiliza-se a equação 6:

$$V = C_d \times T \quad (6)$$

Cd= consumo diário (L);

Np= número de pessoas;

V= volume gasto por pessoa.

3.5.11 Tempo de armazenagem da cisterna.

Para calcular quantos dias o sistema supre a demanda de consumo utiliza-se a equação 7:

$$P = \frac{\text{Volume da Cisterna}}{\text{Consumo Diário}} \quad (7)$$

P= (Dias).

3.5.12 Dimensionamento da estação elevatória.

Para realizar o transporte da água da cisterna até o reservatório superior, é necessário ter um sistema de bombeamento, que será responsável por pressionar essa água para chegar ao topo da edificação. Para dimensionar a instalação elevatória, deve ser adotado o procedimento especificado pela norma de instalação para estrutura de água fria, ABNT NBR, 5626 (1998). O sistema de elevação deve ter duas unidades de motobombas, uma reservada para tempos de falha ou manutenção.

1. Vazão de Recalque, representada pela equação 8:

$$Qr = \frac{Cd}{T} \quad (8)$$

Qr = vazão de recalque;

Cd= demanda diária;

T= tempo de funcionamento da bomba.

2. Dimensionamento da tubulação de Recalque e Sucção.

Para o dimensionamento da tubulação de recalque e sucção utiliza-se a equação de Forchheimer, apresentada na Equação 9.

$$Dr = 1,3 x \sqrt{Q} x \sqrt[4]{\frac{T}{24}} \quad (9)$$

Dr= diâmetro de recalque (m);

Qr = vazão de recalque (m³/s);

h= tempo de funcionamento da bomba
(horas).

O diâmetro da tubulação de sucção deve ser o diâmetro imediatamente maior que o diâmetro de recalque.

3. Potência da motobomba.

A. Para a determinação da potência da motobomba utiliza-se a equação 10:

$$P = \frac{Q x Hman}{75 x R} \quad (10)$$

P= Potência (CV);

Q= Vazão (l/s);

Hman= altura manométrica;

R= Rendimento (adimensional).

B. Para a determinação do rendimento da motobomba adota-se a equação 11:

$$R = \frac{Pa}{Pm} \quad (11)$$

Pa= Potência aproveitável (CV);

Pm= Potência nominal (CV).

O rendimento é indicado pela tabela 14:

Tabela 14- Rendimento da motobomba em função da potência.

Rendimento(%)	Potência(CV)
40 a 60	≤ 2
70 a 75	$2 < P \leq 5$
80	> 5

Fonte: ABNT 5626, 1998.

C. A altura manométrica é medida pela equação 12:

$$H_{man} = H_{manrec} + H_{mansuc} \quad (12)$$

H_{man} = Altura manométrica (m);

H_{manrec} = Altura manométrica de recalque (m);

H_{mansuc} = Altura manométrica de sucção (m).

D. A altura manométrica de recalque é dada pela Equação 13:

$$H_{manrec} = H_{estrec} + J_{rec} \quad (13)$$

H_{manrec} = Altura manométrica de recalque (m);

H_{estrec} = Altura estática de recalque (m);

J_{rec} = Perda de carga no recalque (m).

E. Perda de carga de recalque é dada pela equação 14:

$$J_{Rec} = (\text{Comprimento do Tubo} + \text{Comprimento Equivalente}) \times J \quad (14)$$

J_{rec} = Perda de carga de recalque (m).

F. A altura manométrica de sucção é dada pela equação 15:

$$H_{mansuc} = H_{estsuc} + J_{suc} \quad (15)$$

H_{mansuc} = Altura manométrica de sucção (m);

Hestsuc= Altura estática de sucção (m);

Jsuc= Perda de carga no sucção (m).

G. Perda de carga de sucção é calculada pela equação 16:

$$Jsuc = (\text{Comprimento do Tubo} + \text{Comprimento Equivalente}) \times J \quad (16)$$

Jsuc= Perda de carga de sucção.

H. Perda de carga unitária.

A perda de carga da tubulação foi calculada pelo método Fair Whipple Hsiao. Esse método é utilizado quando a pressão da rede pública é insuficiente para levar água ao reservatório superior.

A fórmula 17 foi utilizada para o cálculo da determinação de perda unitária.

$$J = 0,002021 \cdot \frac{Q^{1,88}}{D^{4,88}} \quad (17)$$

Onde:

J=perda de carga unitária (m/m);

D=diâmetro do tubo (m);

Q=vazão em volume (m³/s).

3.5.13 Tratamento da água coletada.

Antes que a água armazenada no tanque inferior chegue ao tanque superior, esta água deve ser tratada com cloro. Segundo Tomaz (2003), a água utilizada em instalações sanitárias deve ser clorada na proporção de 0, 5-3 mg / l.

3.6. ANÁLISE DE CUSTOS.

A análise de custos considerou além do memorial de cálculo, uma estimativa de custos para implantação do sistema e da possível economia gerada pela sua aplicação, bem como o tempo de retorno do investimento.

Isso foi realizado com base no valor médio do metro cúbico de água tratada no município de Caçapava do Sul, preços médios de itens utilizados na implementação do sistema (como tubos de PVC, válvulas, reservatório, cisterna, bomba) obtidos em lojas especializadas.

Para encontrar um valor foi feito um levantamento dos preços médios em julho de 2022 dos itens utilizados na construção do sistema.

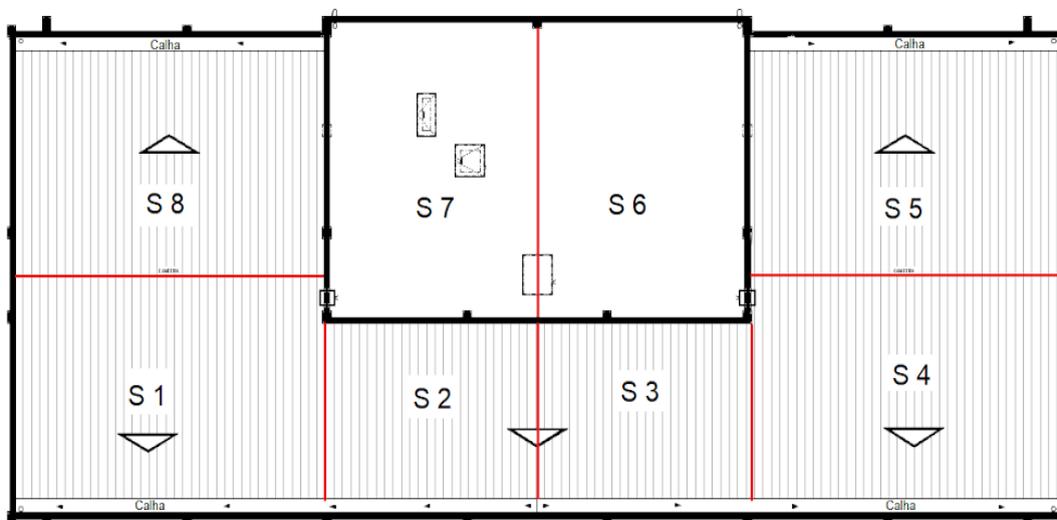
4. RESULTADOS.

4.1 Área de cobertura.

A cobertura da edificação é composta por seções de telhado de fibrocimento com inclinação de 10% e por uma seção plana de piso cerâmico. Para dimensionar o sistema de coleta de água pluvial foi calculada a área para cada seção utilizando as equações apresentadas na Figura 7.

Para facilitar o cálculo das áreas a cobertura foi subdividida em seções como é demonstrada pela figura 10.

Figura 10- Subdivisões da área de cobertura do prédio Latram.



Fonte: A autora.

As seções S1, S2, S3, S4, S5 e S8 são compostas de fibrocimento com inclinação e as seções S7 e S8 são seções planas constituídas de piso cerâmico.

Os valores obtidos para as áreas de cada seção estão dispostos na Tabela 15.

Tabela 15- Valores dos parâmetros a, b e h , bem como a área resultante de cada seção do telhado.

Seção	a(m)	b(m)	h(m)	Área(m ²)
1	7,32	11,00	0,73	84,55
2	5,75	7,60	0,58	45,89
3	5,75	7,60	0,58	45,89
4	7,32	11,00	0,73	84,55
5	7,32	11,00	0,73	84,55
6	9,65	7,40	-	71,41
7	9,65	7,40	-	71,41
8	7,32	11,00	0,73	84,55
Total	-	-	-	572,77

Fonte: A autora.

As medidas da letras “a” representam o comprimento em linha reta da base até a altura do plano inclinado, a letra “b” representa a base e a letra “h” a altura. Com o somatório de todas as seções se obteve a área total do telhado.

4.2 Vazão do projeto.

De acordo com a NBR 10844/1989 para Caçapava do Sul utiliza-se a intensidade pluviométrica do município mais próximo, neste caso é Encruzilhada do Sul. Assim, a partir dos dados pluviométricos considerados e área das seções transversais, foram obtidos os dados de vazão, apresentados na Tabela 16.

Tabela 16- Valores da área e vazão do projeto para as seções consideradas.

Seção	Área (m ²)	Vazão (L/min)
-------	------------------------	---------------

1	84,55	177,55
2	45,89	96,36
3	45,89	96,36
4	84,55	177,55
5	84,55	177,55
6	71,41	149,96
7	71,41	149,96
8	84,55	177,55

Fonte: A autora.

Para cada seção da área de captação foi calculada a sua vazão correspondente em L/min. As maiores vazões se encontram nas seções S1, S4, S5 e S8 que resultaram em uma vazão em 177,55 L/min e as seções S2 e S3 apresentaram a menor vazão.

4.3 Dimensionamento de calhas.

No projeto possui calhas de platibanda de chapa galvanizada no formato semicircular com coeficiente de rugosidade $n = 0,011$. As calhas possuem a inclinação de no mínimo 0,5%. Para dimensionar o diâmetro de uma calha semicircular, utiliza-se a inclinação adotada e a vazão de projeto. A partir da informação de vazão e declividade obtém-se o diâmetro interno da calha, como indicado na tabela 11.

Os diâmetros obtidos para cada calha (Diâmetro mínimo) de acordo com a norma, e as seções de referências estão estabelecidos na tabela 17.

Tabela 17- Valores dos diâmetros das calhas.

Seção	Vazão (L/min)	Declividade (%)	Diâmetro mínimo (mm)	Diâmetro instalado (mm)
1+2	273,91	0,5	150	500
3+4	273,91	0,5	150	500
5	177,55	0,5	125	500
8	177,55	0,5	125	500

Fonte: A autora.

Como pode ser observado a calha já existente na edificação (Diâmetro instalado) atende os requisitos mínimos de diâmetro.

4.4 Condutores verticais.

Os diâmetros obtidos no ábaco foram menores de 70 mm cada. Então como recomendado pela norma, cada tubo vertical deve ter no mínimo 70 mm de diâmetro interno. Podemos observar na tabela 18 é apresentado os diâmetros mínimos para o projeto.

Tabela 18- Diâmetro da tubulação vertical.

Seção	Vazão (L/min)	Comprimento (m)	Diâmetro mínimo (mm)	Diâmetro instalado (mm)
1+2	273,91	7,60	70	150
3+4	273,91	7,60	70	150
5	177,55	7,60	70	150
6	149,96	7,60	70	150
7	149,96	7,60	70	150
8	177,55	7,60	70	150

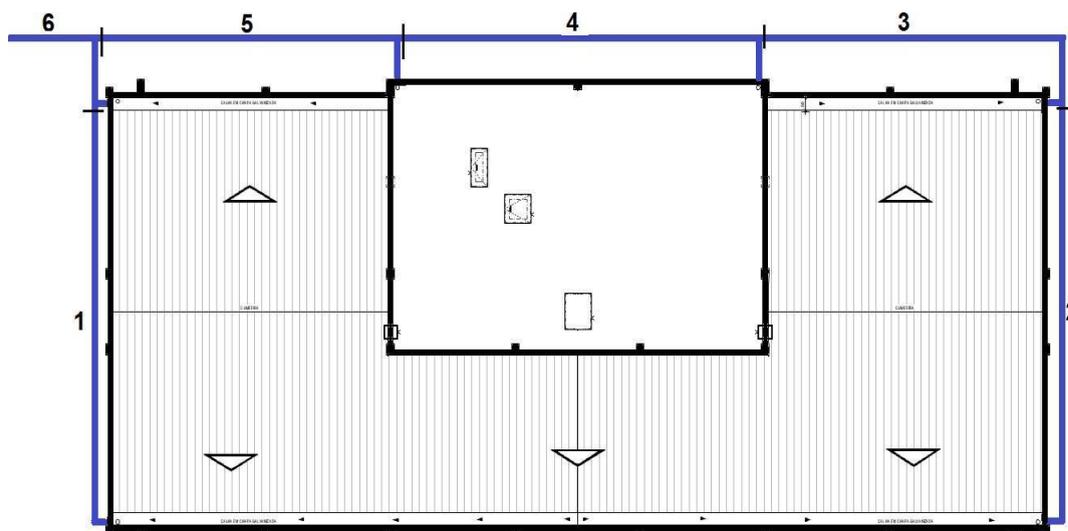
Fonte: A autora.

Na edificação já estão instalados tubos verticais, ainda na tabela 18 é possível verificar que estes tubos já instalados atendem a as dimensões necessárias para o funcionamento do sistema.

4.5 Canalização horizontal.

Para facilitar o dimensionamento dos condutores horizontais a tubulação foi dividida em seis segmentos como indicado na figura 11.

Figura 11- Divisão da tubulação horizontal.



Fonte: A autora.

Na tabela 19 se apresenta o número do tubo e suas dimensões mínimas de projeto.

Tabela 19- Diâmetro da tubulação horizontal.

Tubo	Vazão (L/min)	Diâmetro mínimo (mm)
1	273,91	125
2	273,91	125
3	451,45	150
4	601,41	150
5	751,37	200
6	1202,83	200

Fonte: Adaptado de ABNT, (1989).

Cada tubo tem sua vazão em L/min e o diâmetro mínimo da tubulação que deve ser instalado para o funcionamento do sistema de reuso de água pluvial.

4.6 Caixas de Inspeção.

A caixa utilizada terá 0,6m de comprimento, 0,6m de largura e 0,6m de profundidade.

4.7 Dispositivo de remoção de detritos.

O volume do sistema pode ser dimensionado pela equação 3:

$$V = 2mm \times \text{Área Total}$$

$$V = 2mm \times 572 m^2$$

$$V = 1144 \text{ Litros}$$

4.8 Posição do reservatório inferior.

O reservatório inferior ficará localizado no Lado esquerdo do Latram onde existe uma diferença de nível no terreno que facilita a instalação.

4.9 Dimensionamento do reservatório.

Se obteve o volume do reservatório de água pluvial por meio da equação 4:

$$Van = 0,042 \times Pa \times A \times T$$

$$Van = 0,0042 \times 1668,6mm \times 572,7m^2 \times 1$$

$$Van = 40450,8 L$$

4.10 Demanda diária de água não potável.

Para calcular a demanda diária utilize-se a seguinte equação 5:

$$Cd = Np \times V$$

$$Cd = 120 \text{ aluno} \times 14 L/\text{pessoa}$$

$$Cd = 1680 L/\text{dia}$$

4.11 Reservatório Superior.

Para calcular o volume do reservatório utiliza-se a equação 6:

$$V = Cd \times T$$

$$V = 1680 L/\text{dia} * 1 \text{ dia}$$

$$V = 1680 L$$

4.12 Tempo de armazenagem da cisterna.

Para calcular quantos dias o sistema supre a demanda de consumo utiliza-se a equação 7:

$$P = \frac{\text{Volume da Cisterna}}{\text{Consumo Diário}}$$

$$P = \frac{40450 L}{1680 L/dia}$$

$$P = 24 \text{ dias}$$

O reservatório do sistema tem capacidade de atender 24 dias de uso de água não potável.

4.13 Dimensionamento da estação elevatória.

O sistema elevatório deve ter duas unidades de motobombas, sendo uma de reserva para momentos de falhas ou manutenção. O tempo de funcionamento da bomba será de 1 hora por dia.

1. Vazão de recalque pode ser calculada utilizando a equação 8:

$$Qr = \frac{Cd}{T}$$

$$Qr = \frac{1680 L}{1h}$$

$$Qr = 1680 L/h$$

$$Qr = 5,67 \times 10^{-4} m^3/s$$

2. Diâmetro da tubulação de recalque e sucção, a partir da equação 9:

$$Dr = \frac{1,3 \times \sqrt{Qr} \times \sqrt{h}}{24}$$

$$Dr = 1,3 * \sqrt{4,67 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} * \sqrt{\frac{1}{24}}}$$

$$Dr = 0,013\text{m}$$

$$Dr = 13\text{mm}$$

O diâmetro adotado deve ser de 20 milímetros, que é o menor diâmetro comercializado para tubos de PVC de água fria. O diâmetro de sucção deve ser o diâmetro imediatamente maior que o diâmetro de recalque, então utiliza-se o diâmetro de 25 mm.

Dados da tubulação de recalque:

- Diâmetro= 20mm.
- Comprimento da tubulação= 34,25m.
- 6 curvas de 90°.
- 1 saída de canalização.
- Altura manométrica estática de recalque= 9,15 m.

Comprimento equivalente das conexões:

- 6 curvas de 90° equivalem a 3 metros de tubo.
- 1 saída de canalização equivale a 0,9 metros de tubo.
- Perda de carga unitária para tubos de PVC 20mm. Pelo método de Fair Whipple Hsiao é $J = 0,015 \text{ m/m}$.

3. Potência necessária para a moto bomba, utilizando a equação 10:

$$P = \frac{Q \times H_{man}}{75 \times R}$$

$$P = \frac{0,467 \text{ L/s} * 12,6\text{m}}{75 * 0,5}$$

$$P = 0,16 \text{ CV}$$

$$P = 118 \text{ watts}$$

A. Altura manométrica de recalque, representada pela equação 13:

$$H_{man\ de\ recalque} = H_{manestática} + J_{recalque}$$

$$H_{man.\ rec.} = 9,15 + 0,57$$

$$H_{man.\ rec.} = 9,72m$$

B. Rendimento das motobombas.

Para bombas com menos de 2 CV utiliza-se rendimento de 50%.

C. Perda de carga do recalque, apresentada pela equação 14:

$$J_{Recalque} = (\text{Comprimento do Tubo} + \text{Comprimento Equivalente}) \times J$$

$$J_{recalque} = (34,25 + 0,9 + 3) \times 0,015$$

$$J_{recalque} = 0,57m$$

Dados

→ Diâmetro= 25 mm.

→ Comprimento da tubulação= 3,5 m.

1 da tubulação de sucção curvas de 90°.

→ 1 válvula pé de crivo.

→ Altura manométrica estática de sucção= 1 m.

Comprimento equivalente das conexões:

→ 1 curva de 90° equivale a 0,6 metros de tubo.

→ 1 válvula pé de crivo a 13,3 metros de tubo.

→ Perda de carga unitária para tubos de PVC 25 mm. Pelo método de Fair Whipple Hsiao é $J = 0,11\ m/m$.

D. Altura manométrica de sucção, dada na equação 15:

$$H_{man\ de\ sucção} = H_{manestática} + J_{sucção}$$

$$H_{man.\ suc.} = 1 + 1,91$$

$$H_{man.\ suc.} = 2,91m$$

E. Perda de carga da sucção, a partir da equação 16:

$$J_{\text{sucção}} = (\text{Comprimento do Tubo} + \text{Comprimento Equivalente}) \times J$$

$$J_{\text{sucção}} = (3,5 + 0,6 + 13,3) \times 0,11$$

$$J_{\text{sucção}} = 1,91m$$

F. Altura manométrica do sistema, apresentada pela equação 12:

$$H_{\text{man do Sistema}} = H_{\text{man Recalque}} + H_{\text{man Sucção}}$$

$$H_{\text{man. sist.}} = 9,72 + 2,91$$

$$H_{\text{man. sist.}} = 12,63m$$

4.14 Estimativa de economia gerada pelo sistema.

Com os dados obtidos para o metro cúbico de água tratada no município de Caçapava do Sul, de R\$9,40 foi possível calcular a economia gerada por mês utilizando a Equação 18,

$$\text{Economia} = \text{Valor do } m^3 \times \text{Volume Utilizado no Mês} \quad (18)$$

$$\text{Economia} = 9,40 \times 40,45 m^3$$

$$\text{Economia} = 380,23 \text{ por mês}$$

O sistema tem capacidade de gerar uma economia mensal de 380,23 reais por mês.

4.15 Estimativa de custos para implantação do sistema.

Na tabela 20 estão listados os itens e seus preços que foram obtidos com o levantamento feito em julho de 2022 para os itens utilizados na construção do sistema. Esse levantamento foi feito em um mercado local.

Tabela 20- Lista de itens do sistema e valores médios de mercado.

Itens	Preço unitário (R\$)	Quantidade (unidade)	Total (R\$)
Tubo PVC Branco	51,00	29	1479,00

125mm			
Tubo PVC branco 150mm	55,90	15	838,50
Tubo PVC branco 200mm	91,00	31	2821,00
Tubo PVC marrom 20mm	5,10	34	173,40
Tubo PVC marrom 25mm	7,20	4	28,80
Curva 90° 20mm	3,90	6	23,40
Curva 90° 25mm	4,30	1	4,30
Válvula pé de crivo 25mm	24,90	1	24,90
Cisterna 40000L	30000,00	1	30000,00
Reservatório 2000L	1330,00	1	1330,00
Bomba (1/4CV)	350,00	2	700,00
Total de custos	-	-	37423,3

Fonte: A autora.

Com os dados apresentados, itens como tubulações, curvas, válvulas, cisternas, reservatório e bomba, é possível prever os custos aproximados de R\$37.423,30. Para compreender se esse valor é alto ou baixo, deve-se compará-lo à economia gerada pelo sistema, por isso é realizado a análise econômica de acordo com o período de retorno do investimento.

4.16 Período de retorno do investimento simplificado.

Para estimar quando o sistema vai começar a dar retorno financeiro utiliza-se a equação 19. Destaca-se que essa estimativa é simplificada, não considerando, por exemplo, alterações no valor do metro cúbico de água e manutenção do sistema.

$$\text{Período de retorno} = \frac{\text{Custo de Implementação}}{\text{Economia Mensal}} \quad (19)$$

$$\text{Período de retorno} = \frac{37423,30}{380,23}$$

$$\text{Período de retorno} = 98,4 \text{ meses}$$

$$\text{Período de retorno} = 8,2 \text{ anos}$$

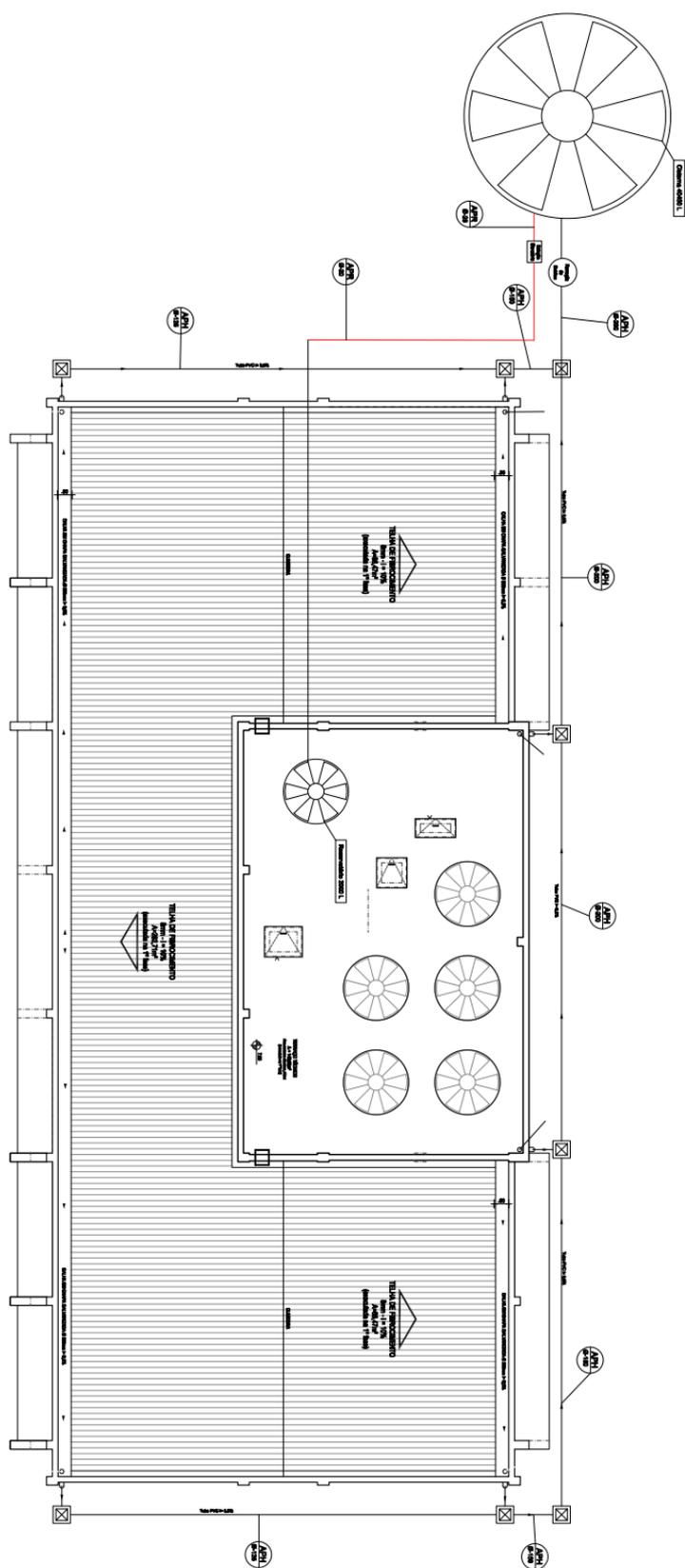
O período de retorno, considerando os dados estimados de custos e economia gerada pelo sistema de reúso de água, será de 8,2 anos. Esse valor é considerado esse valor alto quando comparado a estudos semelhantes. Marinowski, 2020 encontrou valor de 4,8 anos para uma instituição de ensino em Florianópolis, SC. Krutzmann, 2016, que realizou uma revisão bibliográfica, com a finalidade de determinar um sistema de utilização da água da chuva para a descarga de bacias sanitárias em edifícios, encontrou um tempo médio de retorno do investimento em torno de 5,4 anos. A discrepância de valores tanto do custo de implantação quanto o de tempo de retorno nesse trabalho se mostraram significativamente maiores, essa diferença acontece devido a alta nos valores tarifários cobrados pelas companhias de abastecimento de água e também no aumento dos valores dos materiais para a construção do sistema.

Após esse período, os benefícios mensais começam a se tornar vantajosos economicamente. Além dos benefícios econômicos, temos benefícios ambientais. Considerando a economia em termos em litros por ano, esse valor seria próximo de 485400 litros ano-1, volume esse que fica então disponível para outros usuários de água.

4.17 Definição do projeto

De acordo com os procedimentos descritos acima, foi criada a figura 12 representando o projeto para a construção do sistema de reaproveitamento de água pluvial no prédio universitário. Para a construção do modelo foram utilizados os valores e informações disponíveis nos anexos.

Figura 12- Modelo do sistema de reaproveitamento de água no Latram.



Fonte: a autora.

Na parte superior do prédio é representado o reservatório superior exclusivo para o armazenamento de água pluvial, a tubulação em vermelha é representada

pela estação elevatória, onde se encontra a bomba de recalque. Logo após é simbolizada a cisterna, e a tubulação em cinza ligada a ela é caracterizada pela canalização que leva a água captada passando pelo filtro até a cisterna. Os quadrados retratam as caixas de inspeção instaladas.

6. CONCLUSÃO

Contudo concluiu-se que apesar do projeto ter um custo de implantação e também um retorno de investimento relativamente altos, se comparado com outros trabalhos semelhantes, o mesmo trará benefícios financeiros a longo prazo além de um benefício ambiental, uma vez que se poupará uma quantidade significativa de água potável.

A implantação e a estimativa de um sistema de reaproveitamento de água pluvial é um processo descomplicado que pode ser introduzido em um edifício novo ou em imóvel já existente.

As normas vigentes no Brasil encontram-se defasadas no tema de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial, apesar de alguns municípios e estados já terem algum tipo de legislação que incentiva a implantação do mesmo.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10844: Instalações Prediais de Águas Pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 2020.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15527: Água de chuva– aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ANNECCHINI, Karla Ponzio Vaccari. Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES). 2005. 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)- Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

Bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul. Secretaria do meio ambiente e infraestrutura. Disponível em: < <https://sema.rs.gov.br/bacias-hidrograficas>>. Acesso em 09, jan, 2022.

BERTOLO, Elisabete de Jesus Peres. Aproveitamento da água da chuva em edificações. 2006. 204f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente)- Faculdade de engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2006.
Book company, Londres,365pp.

Clima, Temperatura e precipitação. Atlas socioeconômico do Rio Grande do Sul, Julho de 2020. Disponível em:
<<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/clima-temperatura-e-precipitacao#:~:text=O%20volume%20de%20chuvas%2C%20no,especialmente%20na%20encosta%20do%20Planalto>>. Acesso em 15, fev, 2022.

COHIM, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A. Captação e aproveitamento de água de chuva: dimensionamento de reservatórios. In: IX Simpósio de Recursos Hídricos no Nordeste, v.1., 2008, São Paulo. Anais. Salvador- BA, 2008. p. 5-5.

DORNELLES, F.; TASSI, R.; GOLDENFUM, J. A. Avaliação das Técnicas de Dimensionamento de Reservatórios para Aproveitamento de Água de Chuva. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 15, n. 2, p. 59-68, abr./jun. 2010.

É o balanço entre a oferta de água e as demandas quantitativas e qualitativas (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2016).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2012
FERREIRA, Antônio Domingos Dias. Habitação autossuficiente, interligação e integração de sistemas alternativos. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

FLESCH, Vinicius da Costa. Aproveitamento de águas pluviais: Análise do projeto de um edifício vertical. 2011. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso- Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2011.

FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA SIEGFRIED EMANUEL HEUSER ± FEEDADOS. Índice de Desenvolvimento Socioeconômico. 2013.

GHISI, E.; FERREIRA, D. F. Potential for Potable Water Savings by Using Rainwater and Greywater in a Multi-storey Residential Building in Southern Brazil. *Building and Environment*, v. 42, n. 7, p. 2512-2522, 2006.

GOLDENFUM, Joel Avruch. Reaproveitamento de águas pluviais. Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura. Passo Fundo. Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura, v. 1, p. 1-14, 2006.

GROUP RAINDROPS. Aproveitamento da Água de Chuva. Editora Organic Trading, 1ª Edição, Curitiba, 2002.

HESPANHOL, I (2002). Potencial de reúso de água no Brasil. Agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Porto Alegre, Vol 7, n.4, p. 75-95.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. Senso demográfico brasileiro. 2010. IRGA. Instituto Rio-Grandense do Arroz. Médias climatológicas. Disponível em: < <https://irga.rs.gov.br/medias-climatologicas> >. Acesso em: 10 Jan. 2022.

MANCUSO, P.C.S., SANTOS, H.F. (2003), Reúso de Água. USP-SP: Editora Manole Ltda, 580pp.

MARINOSKI, Ana Kelly. Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. 2007. 59f. Trabalho de Conclusão de Curso- Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007

MAY, S. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. 2004. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MOTA, S.-2006. Sistemas de Saneamento. In: *Introdução à engenharia ambiental*. 4 ed. Rio de Janeiro, 2006.

OLIVEIRA, S. M de. Aproveitamento da água da chuva e reúso de água em residências unifamiliares: estudo de caso em palhoça. Trabalho de conclusão do curso de graduação em engenharia civil da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

OLIVEIRA, S.M. Aproveitamento da água da chuva e reúso de água em residências unifamiliares: estudo de caso em Palhoça - SC. 2005. 75f. Trabalho de Conclusão de

Curso (Graduação em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PEREIRA JÚNIOR, José de Sena Pereira. Recursos Hídricos – Conceituação, disponibilidade e usos. [S.l.]: Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2004. Disponível em: . Acesso em: 11 jan 2022

PESSOA, M. L. O Rio Grande do Sul corre o risco de enfrentar uma crise hídrica? Carta de Conjuntura FEE, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<http://carta.fee.tche.br/article/o-rio-grande-do-sul-corre-o-risco-de-enfrentar-uma-crise-hidrica/>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2022.

PLANO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil: Volume 1 / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006. 4 v.: il. Color; 28 cm.

SALLA, Marcio Ricardo et al. Viabilidade técnica de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em universidade. Ambiente Construído, v. 13, p. 167-181, 2013.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. SEMA. Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no estado do Rio Grande do Sul. 2007

THOMAZ, P. Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis. Navegar Editora, 180p. São Paulo, 2003.

TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva: aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. 2 ed. São Paulo: Navegar, 2005. 180 p.

TOMAZ, P. A Economia de Água para Empresas e Residências – Um Estudo Atualizado sobre o Uso Racional da Água. Navegar Editora, São Paulo, 2001.

TOMAZ, Plínio. Conservação da Água. São Paulo: Ed. Digihouse, 1998.

TUCCI, C. E. M., Inundações Urbanas. Coleção ABRH V, 11, Porto Alegre/ RS – Brasil, 2007.

Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2008.

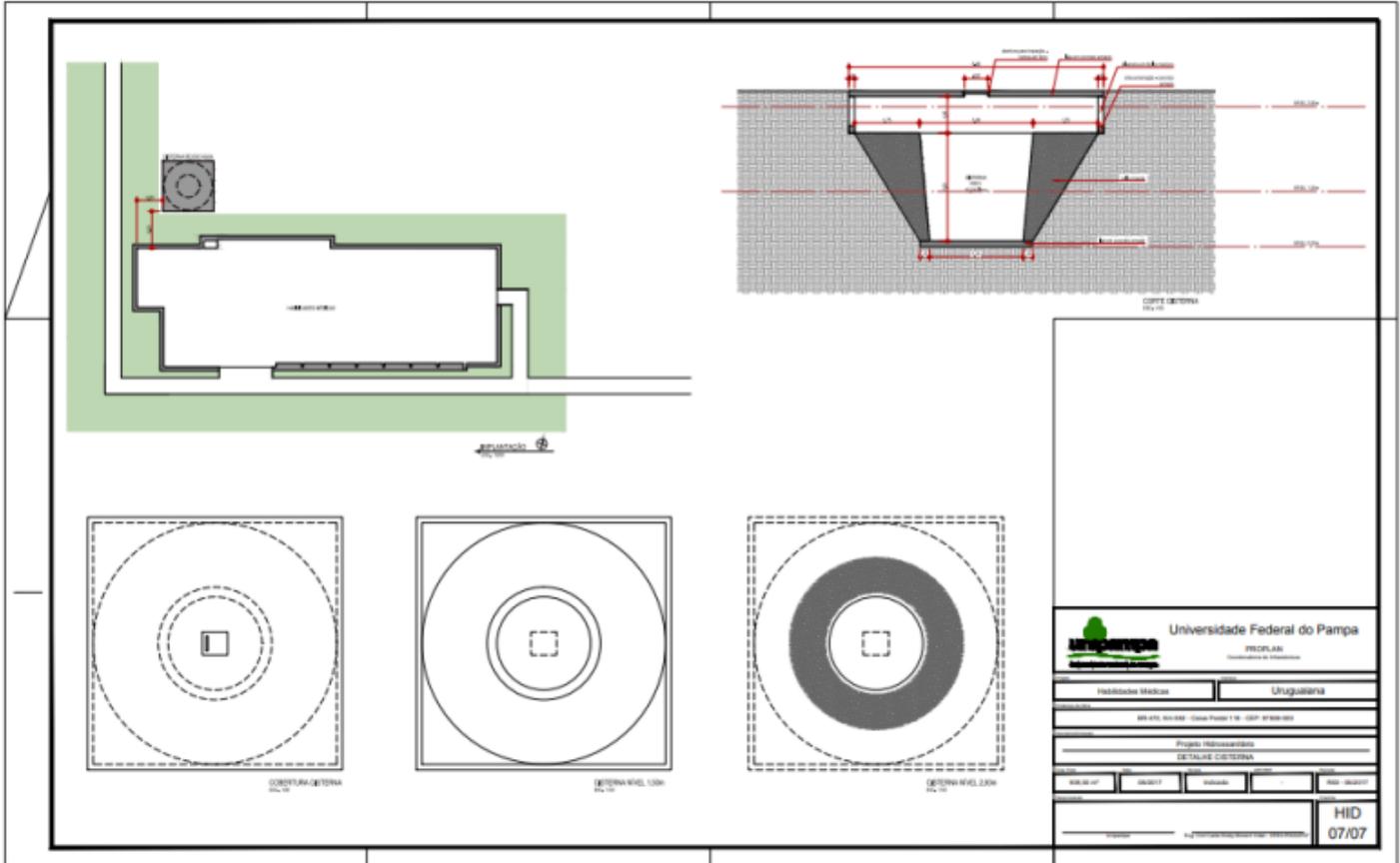
WARD, R.C; ROBINSON, M. (1990). Principles of Hydrology, 3rd edition. McGraw-Hill

WEIERBACHER, Leonardo. Estudo de captação e aproveitamento de água da chuva na indústria moveleira Bento Móveis de Alvorada – RS. 2008. 69f.

WREGE, Marcos Silveira et al. **Atlas climático da região sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2012., 2012.

KRÜTZMANN, Uiliam Eduardo. Captação da água das chuvas com a reutilização em bacias sanitárias. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso.

ANEXO 2- Detalhe das cisternas do prédio.



ANEXO 3- Distribuição de água potável em banheiros no prédio do LATRAM.

