



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Faculdade de Engenharia

Rafael Mendonça Callado

**Modelagem e dimensionamento das instalações hidráulicas
prediais do sistema de aproveitamento de água da chuva do
restaurante universitário da UERJ**

Rio de Janeiro
2023

Rafael Mendonça Callado

**Modelagem e dimensionamento das instalações hidráulicas prediais do
sistema de aproveitamento de água da chuva do restaurante universitário da**

UERJ

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado, ao Departamento de
Construção Civil e Transportes, da Faculdade
de Engenharia, da Universidade do Estado do
Rio de Janeiro, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro Civil, com
ênfase em Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Alfredo Akira Ohnuma Júnior
Coorientador: Prof. M. Paulo Pinheiro Castanheira Neto

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE

UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

C156 Callado, Rafael Mendonça.

Modelagem e dimensionamento das instalações hidráulicas prediais do sistema de aproveitamento de água da chuva do restaurante Universitário da UERJ/ Rafael Mendonça Callado. – 2023.

142 f.

Orientador: Alfredo Akira Ohnuma Júnior.

Coorientador: Paulo Pinheiro Castanheira Neto.

Projeto final (Graduação) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia Civil. 2. Recursos hídricos. 3. Águas urbanas. 4. Técnica compensatória. 5. Drenagem urbana. I. Ohnuma Júnior, Alfredo Akira. II. Castanheira Neto, Paulo Pinheiro. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. IV. Título.

CDU 624

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial deste Trabalho de Conclusão de Curso, desde que citada a fonte.


Assinatura

21/07/2023

Data

Rafael Mendonça Callado

**Modelagem e dimensionamento das instalações hidráulicas prediais do
sistema de aproveitamento de água da chuva do restaurante universitário
da UERJ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado, ao Departamento de Construção Civil e Transportes, da Faculdade de Engenharia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil, com ênfase em Construção Civil

Aprovada em 14 de Julho de 2023.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alfredo Akira Ohnuma Júnior (Orientador)

Faculdade de Engenharia Civil - UERJ

Prof. M. Paulo Pinheiro Castanheira Neto (Coorientador)

Faculdade de Engenharia Civil - UERJ

Eng. Civil Wagner Santa Cruz da Silva

Eng. Civil Fabio Santos Carvalho

Rio de Janeiro

2023

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a todos aqueles que contribuíram para o seu desenvolvimento e, em especial, à Universidade do Estado do Rio de Janeiro, como uma pequena contribuição para esta que tanto me ensinou e me acrescentou enquanto membro de seu corpo discente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus queridos pais, Betânia e Rogério, por todos os conselhos e ensinamentos, todo carinho e dedicação que sempre tiveram comigo e com meus irmãos, por serem meu exemplo e bússola moral na minha trajetória.

À minha irmã Andréia, por todo amor e carinho, por todos os ensinamentos, por ter me dado livros que enriqueceram minha visão de mundo e por ter me levado pela primeira vez à UERJ, quando eu ainda era criança, o que com certeza contribuiu para despertar meu interesse em ingressar nessa instituição.

Ao meu irmão Rogério, por todo amor, carinho e parceria que sempre teve comigo, por me ensinar matemática, me incentivar e acreditar que eu conseguaria chegar aqui quando eu mesmo ainda não acreditava.

Ao meu irmão Rúben Cervo, por toda parceria e ensinamentos, por estar sempre ao meu lado, nos momentos de dificuldade e de alegria, e por manter vivo os nossos sonhos, mesmo quando a vida nos leva em outra direção. Nossa amizade influenciou e influencia profundamente na minha construção como pessoa.

Aos meus irmãos Raquel e Rodrigo, por todo carinho e consideração que sempre tiveram por mim.

À minha esposa Alexia, meu amor, sou muito grato por ter te conhecido, pelo companheirismo, compreensão, parceria, cumplicidade, amizade, por todo amor e carinho, por todo cuidado, por sempre acreditar em nós, e por ter me escolhido para dividir a vida e construir uma história ao meu lado.

Ao meu orientador Alfredo Akira, por todos os ensinamentos, por toda dedicação e paciência, por ter acreditado em mim e contribuído para o meu desenvolvimento acadêmico e profissional.

A todos os professores e alunos da UERJ que contribuíram para que eu chegasse até aqui, em especial ao meu coorientador Paulo Castanheira e ao meu amigo Gabriel Manteiga.

Aos grandes profissionais e amigos com quem tenho o prazer de trabalhar e aprender diariamente, em especial ao Wagner, Greyce e Fernando, por acreditarem em mim e me proporcionarem a oportunidade de me desenvolver profissionalmente.

Por fim, ao André Sá e ao Fabio Carvalho, por contribuírem para o desenvolvimento deste trabalho.

Se não puder voar, corra. Se não
puder correr, ande. Se não puder
andar, rasteje, mas continue em
frente de qualquer jeito.

Martin Luther King

RESUMO

CALLADO, Rafael. *Modelagem e dimensionamento das instalações hidráulicas prediais do sistema de aproveitamento de água da chuva do restaurante universitário da UERJ*. 2023. 142f. Trabalho de Conclusão de Curso - Departamento de Construção Civil e Transportes - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

A água da chuva tem se tornado um bem de fundamental importância como uso alternativo dos recursos hídricos. A utilização da água da chuva para fins não potáveis, como irrigação de jardins, lavagem de carros e descarga de bacias sanitárias pode contribuir na redução do consumo de água potável, de acordo com o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável n. 6 da ONU, Água Potável e Saneamento. Este trabalho visa projetar um sistema de aproveitamento de águas pluviais a partir de modelagem computacional e critérios técnicos de suprimento de água não potável, no atendimento às demandas do Complexo do Centro Cultural (CCC), da UERJ, como o Restaurante Universitário (RU), o Ginásio Poliesportivo e o Departamento de Artes (CoArt). A metodologia consiste na caracterização da edificação e da região de estudo, no bairro Maracanã, Rio de Janeiro, para levantamento de oferta a partir da demanda de água, com: área de captação disponível de 1.444 m², cobertura do telhado de fibrocimento e concreto, população estimada diária da edificação de 1.140 pessoas e precipitação média mensal de 125,25 mm. Os pontos de consumo de água não potável na edificação foram para uso em: bacias sanitárias, torneiras de limpeza de pisos e para irrigação de jardins. Os resultados indicam capacidade de armazenamento do volume precipitado de até 110 m³, a partir da projeção de 6 reservatórios inferiores de 15 m³ cada e 4 reservatórios superiores de 5 m³. Verificou-se que uma bomba com 0,5 cv de potência é suficiente para recalcar a água da chuva para os reservatórios superiores, com a distribuição da água desses para os pontos de consumo por gravidade. A estimativa de custo com material foi de R\$ 147.344,23. O investimento total para instalação do sistema é de R\$ 280.000,00. De acordo com os resultados alcançados, o *Payback* do investimento no sistema é de 8 anos e 5 meses. Os dados analisados permitiram elaborar a modelagem 3D com software Building Information Model (BIM), incluindo projeto executivo, quantificação de materiais e elaboração de orçamento estimativo do sistema de aproveitamento de águas pluviais do RU da UERJ, além de uma avaliação econômica e financeira da implantação do sistema.

Palavras-chave: Recursos hídricos; águas urbanas; técnica compensatória; drenagem urbana.

ABSTRACT

CALLADO, Rafael. *Modeling and sizing of the hydraulic facilities of the rainwater harvesting system at the UERJ University Restaurant*. 2023. 142f. Final Project - Department of Civil Construction and Transport, University of State of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Rainwater has become a fundamental resource of crucial importance as an alternative use of water resources. The utilization of rainwater for non-potable purposes, such as garden irrigation, car washing, and toilet flushing, can contribute to reducing the consumption of potable water in accordance with United Nations Sustainable Development Goal No. 6, Water and Sanitation. This study aims to design a rainwater harvesting system through computational modeling and technical criteria for supplying non-potable water to meet the demands of the Cultural Center Complex (CCC) at UERJ, including the University Restaurant (RU), the Sports Gymnasium, and the Department of Arts (CoArt). The methodology involves characterizing the building and the study area in Maracanã, Rio de Janeiro, to assess water supply from a demand perspective. The available capture area is 1,444 m², with roofing made of fibrocement and concrete, an estimated daily population of 1,140 people, and an average monthly precipitation of 125.25 mm. Non-potable water will be used for toilet flushing, floor cleaning faucets, and garden irrigation. The results indicate a storage capacity of up to 110 m³ of collected water, achieved through the installation of 6 lower reservoirs with 15 m³ each and 4 upper reservoirs with 5 m³ each. A 0.5 hp pump is sufficient to transfer rainwater to the upper reservoirs, allowing for gravity distribution to the consumption points. The material cost estimate for the system is R\$ 147,344.23, with a total investment of R\$ 280,000.00 for system installation. Based on the results, the Payback period for the system investment is 8 years and 5 months. The analyzed data enabled the creation of a 3D model using Building Information Model (BIM) software, including the executive project, material quantification, and estimation of the rainwater harvesting system for the UERJ's RU, along with an economic and financial evaluation of the system's implementation.

Keywords: Water resources; urban waters; compensatory technique; urban drainage.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Localização das estações pluviométricas do Sistema Alerta Rio (2023).	21
Figura 2 –	Sistema de captação de água de chuva de telhados	30
Figura 3 –	Ciclo de vida BIM	36
Figura 4 –	Dimensões do BIM	37
Figura 5 –	Conceitos LoD, Lol e LOD	38
Figura 6 –	Níveis de desenvolvimento (LOD)	39
Figura 7 –	Localização do sistema de armazenamento de água de chuva na UERJ	41
Figura 8 –	Área de Jardinagem no entorno da edificação do CCC	44
Figura 9 –	Distância entre a Estação Tijuca e o Campus Maracanã da UERJ	46
Figura 10 –	Precipitação média mensal da estação Tijuca	47
Figura 11 –	Área de captação da cobertura do telhado do CCC da UERJ e localização dos 4 reservatórios superiores	48
Figura 12 –	Divisão da área de captação (1.081 m^2) entre os tubos de queda	51
Figura 13 –	Divisão da área de captação (363 m^2) entre os tubos de queda	51
Figura 14 –	Medição <i>in loco</i> para locação do sistema <i>First Flush</i>	52
Figura 15 –	Modelagem do Sistema de <i>First Flush</i> da Área 1	53
Figura 16 –	Modelagem do Sistema de <i>First Flush</i>	55
Figura 17 –	Filtro Separador de Folhas	55
Figura 18 –	Composição do Filtro	55

Figura 19 – Modelagem Paramétrica do Filtro com DN 200 mm (cotas em cm)	56
Figura 20 – Modelagem dos condutores horizontais conectados aos condutores verticais existentes nos pilares atrás da arquibancada	57
Figura 21 – Indicação dos condutos verticais que devem ter seu dimensionamento verificado, no modelo com paredes e lajes transparentes	58
Figura 22 – Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao.	60
Figura 23 – Perdas de carga localizadas (equivalência em metros de tubulação) para conexões de PVC e COBRE	61
Figura 24 – Nomograma de pesos, vazões e diâmetros	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Dados das Estações Telepluviométricas do Sistema Alerta Rio (2023)	22
Tabela 2 –	Estimativa por empregado do uso da água nas categorias comercial e institucional por faixas de consumo	23
Tabela 3 –	Demanda potencial do uso da água em litros por dia e por empregado	24
Tabela 4 –	Consumos Médios Diários em litros	24
Tabela 5 –	Tipos de contaminantes presentes em água da chuva.	26
Tabela 6 –	Padrão organoléptico de potabilidade	27
Tabela 7 –	Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis	28
Tabela 8 –	Volume reservado pelo sistema de aproveitamento de água da chuva	41
Tabela 9 –	Levantamento de sanitários e mictórios no CCC da UERJ	42
Tabela 10 –	Levantamento da área de piso do RU	43
Tabela 11 –	Demandas mensais estimadas de água não potável no CCC da UERJ	45
Tabela 12 –	Dias Secos Consecutivos	49
Tabela 13 –	Áreas de contribuição para dimensionamento do <i>First Flush</i>	52
Tabela 14 –	Capacidade de armazenamento por tubo do <i>First Flush</i>	54
Tabela 15 –	Volume descartado e quantidade de tubos por área de captação	54
Tabela 16 –	Vazão de projeto e de contribuição aos condutores	56
Tabela 17 –	Capacidade de condutores horizontais de seção circular em L/min	57

Tabela 18 – Vazão máxima de condutores verticais em função da taxa de enchimento	58
Tabela 19 – Vazão e pesos relativos nos pontos de utilização em função dos aparelhos sanitários e das peças de utilização	62
Tabela 20 – Economia mensal gerada pelo sistema	66
Tabela 21 – Evolução do valor da tarifa de água da UERJ de 2011 a 2023	67
Tabela 22 – Estimativa do crescimento anual da taxa cobrada pela concessionária de 2023 a 2034	68
Tabela 23 – Estimativa de economia anual gerada pelo sistema de 2024 a 2034	68
Tabela 24 – <i>Payback</i> descontado	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	American Institute of Architects
BDI	Benefício e Despesas Indiretas
BIM	Building Information Modeling
CEO	Chief Executive Officer
CCC	Complexo do Centro Cultural
DSC	Dias secos consecutivos
FAPERJ	Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IC	Índice de Consumo
IFC	Industry Foundation Classes
LOD	Level of Development
LoD	Level of Detail
LoI	Level of Information
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
RU	Restaurante Universitário
SCO	Sistema de Custo de Obras
SIC	Standard Industrial Classification
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 TEMA.....	17
1.1 Relevância.....	17
1.2 Objetivos Gerais.....	19
1.3 Objetivos Específicos	19
1.4 Metodologia.....	19
1.5 Organização do Trabalho	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 Dados Pluviométricos.....	21
2.1.1 Suprimento de Águas Pluviais.....	23
2.2 Consumo de Água em Instituições de Ensino.....	23
2.3 Qualidade da água da chuva	25
2.3.1 Portaria Nº 888/2021 do Ministério da Saúde.....	27
2.3.2 ABNT NBR 15.527/2019.....	28
2.4 Legislação	29
2.4.1 Lei nº 4.393, 16 de Setembro de 2004.....	29
2.4.2 Lei nº 9.164, 28 de Dezembro de 2020.....	29
2.5 Sistema de Captação de Água da Chuva em Edificações.....	29
2.6 Dimensionamento de Reservatório de Acumulação	31
2.6.1 Método dos dias secos consecutivos	32
2.7 Engenharia de custos.....	33
2.7.1 Principais itens presentes no orçamento de uma obra	33
2.7.2 Custos Diretos	34
2.7.3 Custos Indiretos	34
2.7.4 Benefício e Despesas Indiretas (BDI)	35
2.8 Modelagem em BIM.....	35
2.8.1 Metodologia BIM	35
2.8.2 Dimensões do BIM	36
2.8.3 Modelagem paramétrica	38
2.8.4 Nível de desenvolvimento do modelo – LOD	38
2.8.5 Industry Foundation Classes - IFC	39
2.8.6 Orçamentação otimizada com auxílio da metodologia BIM.....	40
3 EDIFICAÇÃO DO COMPLEXO DO CENTRO CULTURAL (CCC) DA UERJ	40
3.1 Estimativa da Demanda de Água não potável	42
3.2 Estimativa da oferta de água da chuva na região do Maracanã	46

3.2.1 Precipitação Média	46
3.2.2 Área de Captação.....	47
3.2.3 Volume Médio Mensal de Água da Chuva Captado pelo Sistema.....	48
3.3 Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva	49
3.3.1 Dimensionamento dos Reservatórios.....	49
3.3.2 Dimensionamento do Sistema de Filtragem Primária (<i>First Flush</i>)	50
3.3.3 Dimensionamento das Tubulações Horizontais	56
3.3.4 Dimensionamento das Tubulações Verticais	57
3.3.5 Dimensionamento da Tubulação de Recalque e Sucção	59
3.3.6 Dimensionamento da Bomba de Sucção e Recalque	59
3.3.7 Dimensionamento do Sistema de Distribuição da Água da Chuva.....	62
3.4 Estimativa de Custo	64
3.4.1 Estimativa de Custo com Material.....	64
3.4.2 Estimativa de Preço Total.....	65
3.4.3 Estimativa de Economia Mensal e Anual.....	66
3.4.4 Estimativa de Retorno Financeiro do Investimento (Payback).....	68
CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS.....	72
ANEXO A – Plantas Baixas para levantamento dos aparelhos sanitários do CCC e áreas de piso do RU.....	76
APÊNDICE A – Pesquisa de mercado dos insumos ausentes na tabela da SINAPI.	83
APÊNDICE B – Lista de Materiais com estimativa de custo	114
APÊNDICE C – QR codes e links de acesso ao modelo 3D e pranchas do projeto	116

INTRODUÇÃO

A água é um recurso vital para a sobrevivência da humanidade e para o equilíbrio do planeta Terra. É um elemento essencial para todas as formas de vida, e sem ela, a vida seria impossível. Para a humanidade, a água desempenha um papel crucial na manutenção da saúde e higiene, para a limpeza, saneamento básico e para geração de energia.

Além disso, a água é fundamental para a agricultura e para a produção de alimentos. De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), a agricultura consome cerca de 70% de toda a água doce disponível no mundo (UNESCO-WWAP, 2012).

No entanto, o acesso à água potável é um desafio global. Segundo o novo relatório divulgado pela Organização das Nações Unidas e para Educação, Ciência e Cultura, “26% da população global não tem acesso à água potável e cerca de 46% dos habitantes do planeta não possuem serviços de saneamento seguros – o equivalente a 3,6 bilhões de pessoas” (UNESCO, 2023).

A água também é importante para manter a biodiversidade e os ecossistemas, de modo que fornece habitats para a vida selvagem e contribui para a qualidade do solo e do ar. Além disso, o ciclo hidrológico é essencial para o equilíbrio do clima e da temperatura no planeta Terra.

“Denomina-se ciclo hidrológico o processo natural de evaporação, condensação, precipitação, detenção e escoamento superficial, infiltração, percolação da água no solo e nos aquíferos, escoamentos fluviais e interações entre esses componentes” (RIGHETTO, 1998 apud ANA, 2012).

A crescente poluição da água representa uma ameaça significativa à saúde do planeta. A poluição industrial, agrícola e doméstica é uma das principais causas de degradação da qualidade da água, o que pode levar a problemas de saúde pública e ao colapso dos ecossistemas.

Portanto, é essencial que a humanidade adote práticas sustentáveis, que passe por uma gestão sustentável dos recursos hídricos, com a utilização da água da chuva para fins menos nobres.

1 TEMA

O tema deste trabalho de conclusão de curso, trata da elaboração de um projeto executivo de um sistema hidráulico predial de aproveitamento de água da chuva na área da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), a partir do dimensionamento das instalações hidráulicas prediais, e modelagem computacional com uso de *software* de tecnologia *Building Information Model* (BIM).

O prédio do Complexo do Centro Cultural, onde localiza-se também o Restaurante Universitário (RU), é o espaço destinado à utilizar o sistema de aproveitamento de águas pluviais, este possui área de cobertura de telhado convencional de 5.312 m². No entanto, o projeto prevê a utilização de cerca de 1.444 m² como área de captação das águas pluviais.

A obra de instalação desse sistema está em andamento, enquanto ocorre a defesa deste projeto final.

1.1 Relevância

O aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis tem sido considerado uma alternativa de utilização consciente e sustentável da água. Com o advento das mudanças climáticas, e com a ciência de que a água doce é um recurso finito que deve ser utilizado de maneira racional, cada vez mais se faz necessário a utilização da água da chuva de modo a compensar os efeitos da urbanização e do consumo desenfreado dos recursos hídricos. Para que seja possível a execução de um sistema de aproveitamento de água da chuva, é necessário que esse sistema seja dimensionado de forma adequada, de acordo com critérios e fatores, como: a intensidade pluviométrica, a área de captação disponível, o espaço disponível para armazenamento, tecnologia de armazenamento, destinação final, altura manométrica de sucção e recalque quando houver, entre outros critérios técnicos.

O Rio de Janeiro possui uma disponibilidade hídrica considerada pobre. Enquanto estados como Roraima e Amapá possuem, respectivamente, uma disponibilidade hídrica igual a 1.747.010 m³/hab.ano e 678.929 m³/hab.ano, o Rio de Janeiro possui apenas 2.315 m³/hab.ano. Se compararmos a disponibilidade hídrica do Rio de Janeiro, que possui uma população de 16,46 milhões de habitantes, com outro grande estado do sudeste brasileiro, como o estado de São Paulo, que possui uma disponibilidade hídrica de 2.913 m³/hab.ano, considerada média, com uma

população de 44,42 milhões de habitantes, percebemos de forma ainda mais evidente a importância do aproveitamento de água da chuva no estado do Rio de Janeiro (THAME, 2000).

Com a elaboração da modelagem do sistema, pode-se obter uma visualização prévia das condições implantadas, bem como de detalhes técnicos, como a altura geométrica, e uso de peças e conexões fundamentais para o dimensionamento das tubulações e cálculos de perda de carga. Nesta etapa do projeto, também são consideradas determinadas técnicas de tratamento preliminar da água de chuva, como: processos de filtração e desinfecção. Desse modo, obteve-se também uma lista de materiais para estimativa de custo de implantação do sistema, com redução de desperdício de materiais, tempo de execução e cálculo do tempo de retorno financeiro do investimento.

De acordo com a Lei nº 9164 de 28 de dezembro de 2020, do Governo do Estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2020), passa a ser obrigatória a captação e armazenamento de águas pluviais para fins não potáveis e para fins de retardo, para as edificações unifamiliares que tenham coberturas e telhados com área superior a 100 metros quadrados, e para as edificações multifamiliares, *shoppings centers*, hospitais ou edificações públicas, que forem projetadas ou construídas em perímetros urbanos a partir da data de publicação desta lei, que tenham áreas impermeabilizadas, coberturas, telhados, lajes e pisos, com dimensão igual ou superior a 360 metros quadrados. Sendo assim, projetos de sistema de aproveitamento de água de chuva têm se tornado cada vez mais demandados pela sociedade.

Este projeto se justifica também, devido à atuação junto ao projeto FAPERJ E-26/290.133/2021, intitulado “A nova Política de Inovação da UERJ: Empreendedorismo e Inovação Articulando e Integrando Ações – INTEGRA UERJ”, que se propõe a constituir uma nova Política de Inovação para a UERJ, com a célula Meio Ambiente, responsável pela execução dos projetos de aproveitamento de água, energia limpa e resíduos sólidos, com metodologias, processos e ações de sustentabilidade.

1.2 Objetivos Gerais

Este trabalho tem como objetivo geral elaborar a modelagem computacional com uso da tecnologia BIM® de um sistema de aproveitamento de água da chuva para o restaurante universitário (RU) da UERJ.

1.3 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, têm-se:

- (a) dimensionar o sistema de aproveitamento de águas pluviais, desde a área de captação, condutores verticais, condutores horizontais, sistema de sucção e recalque e distribuição aos pontos de consumo de água não potável;
- (b) elaborar modelagem através do software Revit® e disponibilizar na plataforma Autodesk Viewer para visualização em link público para imersão virtual no projeto, com a possibilidade de utilização de óculos de realidade virtual;
- (c) estimar o custo dos insumos do sistema de águas pluviais da UERJ, de acordo com as tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI;
- (d) estimar o *payback*, de acordo com a metodologia do *payback* descontado.

1.4 Metodologia

Foi elaborado¹ um croqui inicial com a localização dos reservatórios inferiores e superiores, a definição da área de captação, com a capacidade de armazenamento, sistemas de pré-filtragem (*first-flush*) e filtragem da água de chuva. Após reuniões com a Prefeitura dos Campi da UERJ, foi sugerida uma nova localização para os reservatórios inferiores, e área de captação, de modo a preservar a capacidade original de armazenamento e sistemas de filtragem e pré-filtragem da água da chuva. O traçado da tubulação de águas pluviais percorrerá, desde a captação da água na cobertura até os reservatórios inferiores, de forma aérea e aparente, com objetivo de garantir manutenções preventivas e corretivas, além da facilidade de execução, com menor intervenção possível. A partir dessas premissas iniciais, o projeto do sistema

¹ Técnico em Edificações Sr. André Luiz Silva Sá, Projetista Civil em Arquitetura, especializado em Projetos Hidráulicos e Híbridos, CEO da empresa Chuva e Cia.

de captação, armazenamento, tratamento e aproveitamento de águas pluviais será dimensionado para fins de execução em área da cobertura do Restaurante Universitário (RU) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

A modelagem do projeto será realizada a partir do software Revit® e Autocad®, da Autodesk instalados em sua versão para estudante.

Para que o modelo 3D do projeto possa ser visualizado de forma pública e com acesso a link disponível posteriormente à fase de execução do projeto, o arquivo será exportado do Revit®, em formato IFC, para o *upload* do modelo na plataforma *Autodesk Viewer*.

Para a elaboração e dimensionamento do projeto, normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) foram consultadas, bem como a legislação vigente no Estado do Rio de Janeiro, como: NBR 15527/2019; NBR 5626/2020; NBR 16782/2019; NBR 16783/2019; NBR 16098/2012; NBR 10844/1989; Lei nº 4.393, 16 de Setembro de 2004; Lei nº 9.164, 18 de Dezembro de 2020; Projeto de lei nº 3137/2020; Lei nº 2.801, 24 de Maio de 2018; Lei nº 772, 6 de Novembro de 2017 (DRUMMOND, et al. 2021).

1.5 Organização do Trabalho

Este trabalho foi organizado em: Introdução, Tema, Revisão bibliográfica, Edificação do Complexo do Centro Cultural (CCC) da UERJ e Conclusão.

A introdução do trabalho apresenta a importância do uso sustentável da água, a justificativa e a problemática dos recursos hídricos, enquanto aumento do consumo, urbanização descontrolada e alterações climáticas.

No capítulo um, é apresentada a relevância, além dos objetivos, metodologia e organização do trabalho.

No capítulo dois, é apresentada a revisão bibliográfica, de modo a apresentar o referencial teórico como fundamentação da metodologia utilizada nesse trabalho.

No capítulo três, são apresentados os dados analisados para elaboração do trabalho, assim como os cálculos para estimativa da demanda de água não potável no Restaurante Universitário da UERJ, e estimativa de captação de água da chuva. Ainda neste capítulo, é apresentado o dimensionamento do Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva, a estimativa de custo de implantação desse sistema, assim como a estimativa de retorno financeiro do investimento.

No último capítulo, são apresentadas as conclusões.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Dados Pluviométricos

A precipitação pluviométrica de uma dada região indica o volume precipitado por área, expresso em litros por metro quadrado (L/m^2) ou milímetros de chuva (mm). Dadas às condições de umidade inicial próximo da superfície e em função da temperatura e da pressão atmosférica, ocorrem a formação das chuvas em altitudes elevadas, devido ao processo de ascensão adiabática.

O monitoramento da precipitação é obtido pela relação entre o volume precipitado e a área de coleta, a partir de equipamentos de medição manual ou automáticos, denominados como pluviômetros.

Lançado em 25 de Setembro de 1996 pela Prefeitura do Rio de Janeiro, o sistema Alerta Rio disponibiliza dados de precipitação, a cada 15 minutos, de diversas regiões da cidade do Rio de Janeiro. O Alerta Rio integra na mesma equipe meteorologistas, geólogos, engenheiros e técnicos, com a finalidade de monitorar as condições do tempo e realizar a manutenção na rede de equipamentos do serviço (GEORIO, 2022).

A Figura 1 e a Tabela 1 apresentam a localização e os dados das 33 estações telepluviométricas automáticas do Sistema Alerta Rio, da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, distribuídas de forma a atender as principais regiões afetadas pelas condições do tempo na cidade do Rio de Janeiro.

Figura 1 – Localização das estações pluviométricas do Sistema Alerta Rio (2023).



Fonte: Adaptado de Alerta Rio, (2023).

Tabela 1 – Dados das Estações Telepluviométricas do Sistema Alerta Rio (2023).

N	Estação	Long (W)	Latitude (S)	Altitude (m)	Endereço
1	Vidigal	-43,23306°	-22,99250°	85,0	Hotel Sheraton - Av. Niemeyer,121
2	Urca	-43,16667°	-22,95583°	90,0	Instituto Militar de Engenharia - Av. Pasteur,35
3	Rocinha	-43,24500°	-22,98583°	160,0	Região Administrativa - Estrada da Gávea,242
4	Tijuca	-43,22167°	-22,93194°	340,0	Centro de Estudos do Sumaré - Estrada do Sumaré,670
5	Santa Teresa	-43,19639°	-22,93167°	170,0	Escola Estadual Monteiro de Carvalho - Rua Almirante Alexandrino,2495
6	Copacabana	-43,18944°	-22,98639°	90,0	Hotel Sofitel - Av. Atlântica,4240
7	Grajaú	-43,26750°	-22,92222°	80,0	Grajaú Country Clube - Rua Professor Valadares,262
8	Ilha do Governador	-43,21028°	-22,81806°	0,0	Ilate Clube Jardim Guanabara - Rua Orestes Barbosa,229
9	Penha	-43,27528°	-22,84444°	111,0	Irmandade de N. S. da Penha de França - Largo da Penha,19
10	Madureira	-43,33889°	-22,87333°	45,0	Edifício Pólo I - Estrada do Portela,99
11	Irajá	-43,33694°	-22,82694°	20,0	Ceasa - Av. Brasil,19001
12	Bangu	-43,46583°	-22,88028°	15,0	Cassino Bangu - Rua Fonseca,534
13	Piedade	-43,30722°	-22,89306°	72,0	Sociedade Universitária Gama Filho - Rua Manuel Vitorino,553
14	Jacarepaguá/Tanque	-43,36472°	-22,91250°	73,0	Inst. Est. de Dermatologia Sanitária - Rua Godofredo Viana,64
15	Saúde	-43,19444°	-22,89806°	35,0	Rádio Tupi - Rua Livramento,189
16	Jardim Botânico	-43,22389°	-22,97278°	0,0	Jóquei Clube - Rua Jardim Botânico,1003
17	Barra/Itanhangá	-43,29965°	-23,00849°	7,0	Rua Major Rolinda da Silva,65
18	Jacarepaguá/Cidade de Deus	-43,36278°	-22,94556°	15,0	Telemar - Estrada Mal. Salazar de Moraes,1409
19	Barra/Riocentro	-43,40508°	-22,98129°	0,0	Sarah Rio Centro de Reabilitação Infantil - Ilha da Pombeba - Av. Salvador Allende ,S/N
20	Guaratiba	-43,59472°	-23,05028°	0,0	Campo de Provas Marambaia - Estrada Roberto Burle Marx,9140
21	Est. Grajaú/Jacarepaguá	-43,31583°	-22,92556°	105,0	Hospital Cardoso Fontes - Av. Menezes Cortes,3245
22	Santa Cruz	-43,68444°	-22,90944°	15,0	IBEComb - Praça Ruão ,S/N
23	Grande Méier	-43,27806°	-22,89056°	25,0	Paróquia Sto. Antônio de Pádua - Rua Tenente França,141
24	Anchieta	-43,40333°	-22,82694°	50,0	Esc. Municipal Cyro Monteiro - Rua Antúria ,31
25	Grota Funda	-43,51944°	-23,01444°	10,0	Posto FORZA - Estrada do Pontal,459
26	Campo Grande	-43,56194°	-22,90361°	30,0	Centro Universitário Moacyr Sreder Bastos - Rua Eng. Trindade,229
27	Sepetiba	-43,71167°	-22,96889°	62,0	Base Aérea de Santa Cruz - Rua do Império,S/N
28	Alto da Boa Vista	-43,27833°	-22,96583°	355,0	Rua Boa Vista,196
29	Av. Brasil/Mendanha	-43,54111°	-22,85694°	30,0	Escola Municipal Casemiro de Abreu - Estrada do Mendanha,4842
30	Recreio dos Bandeirantes	-43,44056°	-23,01000°	10,0	Avenida Baltazar da Silveira,335
31	Laranjeiras	-43,18750°	-22,94056°	60,0	1a. CIPM - Rua Cardoso Junior,479
32	São Cristóvão	-43,22167°	-22,89667°	25,0	GEORIO - Rua Campo de São Cristóvão,268
33	Tijuca/Muda	-43,24333°	-22,93278°	31,0	Escola Municipal Soares Pereira - Av. Maracanã,1450

Fonte: ALERTA RIO (2023).

No tratamento dos dados disponibilizados pelo sistema Alerta Rio, é possível a obtenção de séries históricas, para cálculo da precipitação média mensal na região de interesse na cidade do Rio de Janeiro. A precipitação média mensal em milímetros é uma informação fundamental para se estimar o potencial do volume mensal de captação de água da chuva.

2.1.1 Suprimento de Águas Pluviais

Para calcular o volume de água da chuva aproveitável pelo sistema, utiliza-se a equação 1 estabelecida pela NBR 15527/2019.

$$V_{disp} = P \times A \times C \times \eta \quad (\text{Eq. 1})$$

onde,

V_{disp} : Volume disponível mensal de água de chuva (L);

P : Precipitação média mensal (mm);

A : Área de coleta (m^2);

C : Coeficiente de escoamento superficial da cobertura (*runoff*) e;

η : Eficiência do sistema de captação (na falta de dados, recomenda-se o fator de captação de 0,85).

2.2 Consumo de Água em Instituições de Ensino

A estimativa da demanda de água considera parâmetros relacionados aos tipos de uso da água em uma edificação, e de acordo com o número de funcionários e ocupantes, área construída e categoria institucional ou comercial (TOMAZ, 2000). As Tabelas 2, 3 e 4 abrangem faixa de valores de consumo de água em diversos setores comerciais, bem como em instituições de ensino, em geral.

Tabela 2 – Estimativa por empregado do uso da água nas categorias comercial e institucional por faixas de consumo.

Categoria Comercial e Institucional	Faixa de Consumo	
	Litros/empregado/dia	
Administração Pública	313	525
Agencias de crédito	394	440
Agencias de negócios	401	463
Autos e Motos	703	1083
Bancos	170	222
Consultoria em geral	897	1346
Escolas	740	905
Escolas e Serv. Educacionais	615	682
Hospitais	249	269
Imobiliária	450	631
Loja de comida	418	496
Lojas de produtos gerais	134	136
Maquinários	68	244

Categoria Comercial e Institucional	Faixa de Consumo	
	Litros/empregado/dia	
Mercadinho	507	564
Recreação e diversão	1707	1843
Restaurante, bar, lanchonete	457	772
Serviços de Enfermaria	674	1439
Transporte e armazenamento	228	248
Universidades	477	519

Fonte: DZIEGIELEWSKI *et all.*, (1993) *apud* TOMAZ, (2000).

Tabela 3 – Demanda potencial do uso da água em litros por dia e por empregado

Categoria	Litros/dia/empregado
Comércios em geral	178
Escolas e Universidades	210
Hospitais	311
Hotéis e Restaurantes	705
Instalações de Gás e Eletricidade	25
Instalações Recreativas	852
Venda de comida no varejo	118

Fonte: ARMY INSTITUTE FOR WATER RESOURCES, (1987) *apud* TOMAZ, (2000).

Tabela 4 – Consumos médio de água em edificações urbanas

Edificação	Unidade	Consumo (L)
Aeroportos	passageiro	12
Alojamentos provisórios	pessoa	80
Bares	m ²	40
Canteiros de Obras	operário	60 a 100
Centro de Convenções	assento	8
Cinemas	assento	2 a 10
Comércio	m ²	1 a 3
Creches	criança	60 a 80
Escolas	aluno/turno	10 a 30
Escritórios	m ²	10
Estabelecimentos comerciais	m ²	6 a 10
Estação ferroviária e rodoviária	Passageiro	15 a 40
Hospital	hóspede	300 a 600
Hotéis	hóspede	250 a 500
Igrejas e templos	frequentador	2
Jardins, rega com mangueira	Litros/hora	300 a 600
Lavagem de pátios e calçadas	m ²	1 a 2

Edificação	Unidade	Consumo (L)
Lava rápidos automáticos, de carro	m ²	250
Lavanderias	Kg de roupa	1 a 2
Lojas	m ²	6 a 10
Lanchonete	assento	4 a 8
Mercados	m ²	5 a 10
Motéis	apartamento	300 a 600
Parques e áreas verdes	m ²	2
Piscinas públicas	usuário	30 a 50
Piscinas públicas	m ²	500
Quartéis	soldado	100 a 200
Residência	dormitório	200 a 400
Restaurantes nas rodovias	assento	75 a 250
Restaurantes Urbanos	refeição	20 a 30
Teatros	assento	5 a 10
Templos religiosos	frequentador	2

Fonte: Adaptado de MELO E NETTO, (1998) *apud* TOMAZ, (2000).

Um estudo realizado por Ferreira *et al.* (2022) em edificações da Universidade Federal de Goiás (UFG) mostra que a média dos índices de consumo (IC) no setor administrativo entre 2018 e 2019 foi de 37,7 litros/funcionário/dia, e, no setor acadêmico, para o mesmo período, foi de 16,5 litros/funcionário/dia.

Em Brasília, Sant'anna (2013) apresenta resultados de um estudo de caso na Escola Classe 415 Norte com um consumo per capita adulto equivalente a 11 litros/pessoa/dia, e um consumo infantil de 8 litros/pessoa/dia. A redução da demanda de água potável em edificações depende fundamentalmente do uso racional da água a partir de medidas de combate ao desperdício e mudança de atitudes dos usuários, com adequação dos processos de consumo, eficiência hidráulica e utilização de equipamentos economizadores de água (SANT'ANNA, 2013).

2.3 Qualidade da água da chuva

Em função do tipo e quantidade de impurezas presentes na água pode ser determinada a qualidade da água da chuva. Como principais parâmetros de caracterização da água da chuva têm-se os parâmetros: físicos químicos e biológicos

Os parâmetros físicos principais são: sólidos, temperatura, condutividade, cor e turbidez. Os parâmetros químicos avaliados são: pH, alcalinidade, dureza, cloretos, ferro, manganês, fósforo, nitrogênio, sulfatos e matéria orgânica. Os

parâmetros biológicos mais comuns são: coliformes totais e coliformes termotolerantes. (CARVALHO, 2018, p. 41)

A Tabela 5 apresenta diferentes tipos de contaminantes que podem ser encontrados em amostras de água de chuva, com a respectiva fonte de contaminação e riscos potenciais observados em reservatórios de retenção. De forma geral, larvas de mosquitos e bactérias de fezes de animais apresentam os riscos mais preocupantes, quando encontrados em amostras de água de chuva.

Tabela 5: Tipos de contaminantes presentes em água da chuva.

Contaminantes	Fonte	Risco de contaminação no reservatório de retenção
Poeira e Cinzas	Sujeira do meio e da vegetação; Atividade vulcânica.	Moderado: pode ser minimizado pela limpeza regular da calha e telhado e uso de dispositivo de escoamento adequado.
Bactérias	Fezes de pássaros e outros animais.	Moderado: Pode ser minimizado com o uso de escoamento do telhado e manutenção no reservatório de retenção.
Metais pesados	Poeiras, particularmente em áreas urbanas e industrializadas, materiais do próprio telhado.	Baixo: Ocorre apenas em situações em que o vento leve resíduos industriais, como metais fundidos e/ou com chuvas muito ácidas, essas situações ocorrem geralmente em locais vulcânicos.
Outros componentes inorgânicos	Descargas industriais no ar, sal ou outros minerais provenientes do mar, uso inadequado de reservatórios e materiais de telhados.	Baixo: apenas em regiões muito próximas do mar ou grandes ventais de atividades industriais.
Larva de mosquito	Ovos de mosquito em calhas ou reservatórios.	Moderado: se os reservatórios forem devidamente fechados o risco pode ser minimizado.

Fonte: Mosley (2005 apud SANT'ANA; MEDEIROS, 2017).

2.3.1 Portaria Nº 888/2021 do Ministério da Saúde

Esta portaria estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Os fatores preponderantes para a determinação da qualidade da água, de acordo com a Portaria Nº 888/2021 do Ministério da Saúde:

- Turbidez é a medição da resistência da água à passagem de luz, por conta de material fino em suspensão na água;
- Cloro é um agente bactericida, para eliminar bactérias que estão presentes na água;
- Flúor é adicionado à água de abastecimento, durante o tratamento, devido a sua comprovada eficácia na proteção dos dentes contra cárie. O teor de flúor na água é definido de acordo com as condições climáticas de cada região e em função do consumo médio diário de água por pessoa;
- Cor é uma medida que indica a presença na água de substâncias dissolvidas ou em estado coloidal. É um parâmetro estético de aceitação ou rejeição do produto;
- pH estabelece a condição ácida ou alcalina da água. De caráter operacional, é acompanhado por otimizar os processos de tratamento e preservar as tubulações contra corrosões ou entupimentos.

Brasil (2004, apud CARVALHO, 2018).

A Tabela 6 apresenta os valores máximos permitidos (VMP) para o consumo humano determinados pela referida Portaria, para cada aspecto.

Tabela 6 – Padrão Organoléptico de Potabilidade.

Parâmetro	Unidade	VMP ⁽¹⁾
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como N)	mg/L	1,2
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente ⁽²⁾	uH	15
1,2 diclorobenzeno	mg/L	0,001
1,4 diclorobenzeno	mg/L	0,0003
Dureza total	mg/L	300
Ferro	mg/L	0,3

Parâmetro	Unidade	VMP ⁽¹⁾
Gosto e odo	Intensidade	6
Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,02
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	500
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de hidrogênio	mg/L	0,05
Turbidez (3)	uT	5
Zinco	mg/L	5

Fonte: Ministério da Saúde (2021).

2.3.2 ABNT NBR 15.527/2019

A NBR 15.527/2019 estabelece os requisitos para o aproveitamento de água da chuva de coberturas para fins não potáveis, em que as águas da chuva podem ser utilizadas, como: descargas em bacias sanitárias e mictórios, irrigação para fins paisagísticos, lavagem de veículos e pisos e uso ornamental (ABNT, 2019).

De acordo com a NBR 15.527/2019 os parâmetros mínimos de qualidade da água da chuva para usos não potáveis devem atender a Tabela 7.

Tabela 7 – Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis.

Parâmetro	Valor
<i>Escherichia coli</i>	< 200 / 100 mL
Turbidez	< 5,0 UT
pH	6,0 a 9,0
Cloro residual livre	0,5 a 5mg/L

NOTA: Os parâmetros de qualidade da água de chuva para fins não potáveis devem ser monitorados periodicamente com frequência mínima semestral.

Fonte: Adaptado de ABNT (2019).

2.4 Legislação

2.4.1 Lei nº 4.393, 16 de Setembro de 2004

A partir da data de publicação desta lei, as empresas projetistas e de construção civil no Estado do Rio de Janeiro ficam obrigadas a prover coletores, caixa de armazenamento e distribuidores para água da chuva, nos projetos de empreendimentos residenciais que abriguem mais de 50 (cinquenta) famílias ou nos de empreendimentos comerciais com mais que 50 m² de área construída, no Estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2004).

2.4.2 Lei nº 9.164, 28 de Dezembro de 2020

A Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro decretou, e o então Governador sancionou a Lei nº 9.164/2020 que dispõe:

Art. 1º As edificações unifamiliares, a serem projetadas e construídas em perímetro urbano, a partir da publicação desta Lei, que tenham coberturas e telhados, superior a 100 (cem) metros quadrados, deverão ser dotadas de reservatórios de acumulação de águas pluviais para fins não potáveis e de reservatório de retardo, destinado ao acúmulo de águas pluviais, como preservação ambiental da água proveniente das chuvas, e posterior descarga na rede pública de drenagem das mesmas (RIO DE JANEIRO, 2020).

E estabelece:

§ 3º Na aplicação do caput do artigo 1º desta Lei deverão ser consideradas as seguintes normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT:

I - ABNT NBR 15.527 de 15 de abril de 2019 (2ª edição), Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos;

II - ABNT NBR 16.782 de 19 de novembro de 2019, Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes. (RIO DE JANEIRO, 2020)

Esta lei dispõe ainda sobre o cálculo do volume dos reservatórios de retardo e suas especificidades, sobre os usos não potáveis permitidos para água pluvial e cinza clara, sobre os parâmetros de qualidade da água, dentre outras definições.

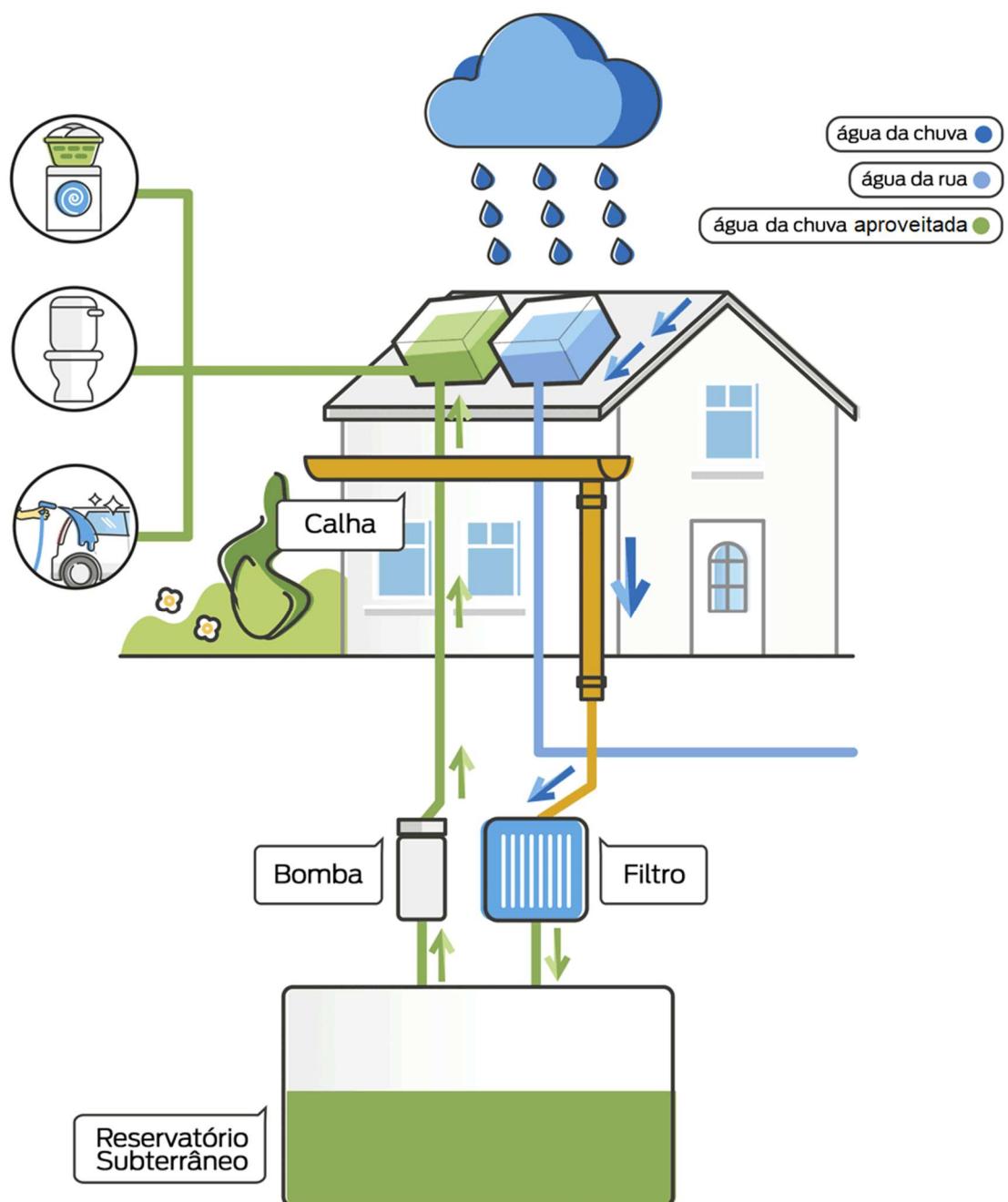
2.5 Sistema de Captação de Água da Chuva em Edificações

As técnicas mais comuns para coleta da água da chuva, segundo Lee *et al.* (2000) ocorrem a partir da superfície de telhados ou do solo, porém, o sistema de captação de água da chuva a partir da superfície de telhados é considerado mais simples, e, na maioria dos casos, fornece uma água de qualidade superior àquelas coletadas a partir da superfície do solo (ANNECCHINI, 2005).

Qualquer que seja a técnica, os componentes principais do sistema de aproveitamento da água da chuva são: a área de captação, telas ou filtros para remoção de materiais grosseiros, como folhas e galhos, tubulações para a condução da água e o reservatório de armazenamento (ANNECCHINI, 2005).

A Figura 2 ilustra o esquema de aproveitamento de água da chuva captada pela superfície de telhados.

Figura 2 – Sistema de captação de água da chuva de telhados.



Fonte: Adaptado de CEDAE, (2023).

Herrmann e Schmida (1999) destacam 4 (quatro) maneiras ou sistemas de aproveitamento de água de chuva, como: sistema de fluxo total, sistema com derivação, sistema com volume adicional de retenção e sistema com infiltração no solo.

- a) Sistema de fluxo total: toda a chuva coletada pela superfície de captação é direcionada para um filtro ou tela e encaminhada ao reservatório de armazenamento, com o extravasor conectado ao sistema de drenagem;
- b) Sistema com derivação: uma derivação é instalada no tubo de queda de água pluvial, com o objetivo de direcionar a primeira chuva ao sistema de drenagem, denominado de sistema auto-limpante. Pode ser instalado uma tela ou filtro na derivação. Assim como no sistema de fluxo total, a chuva que extravasa do reservatório também é direcionada ao sistema de drenagem;
- c) Sistema com volume adicional de retenção: constrói-se um reservatório com capacidade de armazenar o volume água de chuva necessário para o suprimento da demanda e, com capacidade de armazenamento de um volume adicional, com o objetivo de evitar inundações ao aliviar temporariamente o sistema de drenagem. Neste sistema, uma válvula regula a saída de água correspondente ao volume adicional retido para o sistema drenagem; e
- d) Sistema com infiltração no solo: toda a chuva coletada pela superfície de captação é direcionada para um filtro ou tela e encaminhada ao reservatório de armazenamento, com o extravasor conectado ao sistema de drenagem, porém, o volume de água da chuva que extravasa do reservatório não é direcionado ao sistema de drenagem, e sim a um sistema de infiltração da água no solo.

2.6 Dimensionamento de Reservatório de Acumulação

Os reservatórios de armazenamento de água da chuva são dimensionados a partir da aplicação de modelos, com dados de: séries históricas de precipitação, estimativa da demanda a ser atendida, área de captação e o coeficiente de escoamento superficial como parâmetros normalmente utilizados pelos métodos de dimensionamento (THOMAS e MCGEEVER, 1997).

A NBR 15.527/2007 tratava dos requisitos para aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para captação de água da chuva para fins não potáveis e apresentava 6 (seis) métodos de cálculo do volume do reservatório: Método Rippl;

Método da Simulação; Método Azevedo Neto; Método Prático Alemão; Método Prático Inglês e Método Prático Australiano. No entanto em 2019, a NBR 15527 foi atualizada, onde aboliram-se os métodos de dimensionamento anteriormente apresentados, de modo a dar mais autonomia ao projetista, de acordo com as condições específicas de cada local, bem como medida de otimização de custos e preferência ao proprietário. Quanto ao volume dos reservatórios de armazenamento de água da chuva, a ABNT NBR 15.527/2019 apresenta:

4.4.2 O volume do(s) reservatório(s) deve ser dimensionado levando em consideração a área de captação, regime pluviométrico e demanda não potável a ser atendida.

4.4.10 O volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia. (ABNT, 2019)

Neste trabalho é apresentado e utilizado o método dos dias secos consecutivos (DSC) para dimensionamento do reservatório de água da chuva, como justificativa de atendimento às demandas de uso de água não potável, sobretudo nos períodos de estiagens prolongadas e em épocas de racionalização do uso de água potável imposto pelas concessionárias locais.

2.6.1 Método dos dias secos consecutivos

A partir da análise da série histórica de precipitação diária da estação pluviométrica mais próxima da região de estudo, obtém-se o maior período sem chuva de cada ano, e então, calcula-se o volume necessário para suprir a demanda para o período de estiagem. Consideram-se dias secos os dias com precipitação abaixo de 1 mm de chuva (LAURINDO, 2023).

O método utiliza a Equação 2, como modelo estatístico da função densidade de probabilidade de Gumbel para análise da frequência do evento dos dias secos consecutivos (DSC):

$$x = \bar{x} - \sigma[0,45 + 0,7797 \cdot \ln(\ln TR/(TR - 1))] \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde,

x: Dias secos consecutivos (DSC);

\bar{x} : Média dos dias secos consecutivos;

σ : Desvio padrão da amostra;

TR: Período de retorno em anos.

Após o cálculo do DSC (dias secos consecutivos) e do consumo diário de água não potável (Cd em litros/dia), obtém-se o volume de armazenamento do reservatório (Vres em litros) no atendimento aos períodos prolongados de estiagem (Equação 3).

$$V_{res} = Cd \times DSC \quad (\text{Eq. 3})$$

Para fins de cálculo do volume do reservatório pelo método dos dias secos consecutivos, em relação às estiagens prolongadas, considera-se um período de retorno de 10 anos, ou seja, obtém-se o número de dias secos consecutivos para uma probabilidade de ocorrência no ano de 10% de chance de acontecer.

2.7 Engenharia de custos

A engenharia de custos aplicada à Construção Civil é a ciência capaz de dar suporte à formação do preço e controle de custos de obras. De acordo com Vilela Dias (2003), é a área da engenharia onde normas, princípios, critérios e experiência são utilizados para estimar custos, realizar avaliação econômica, de planejamento e controle de empreendimentos.

A engenharia de custos não termina com a previsão de custos de investimentos, prossegue, necessariamente na fase de construção, com o mesmo rigor, através do planejamento, controle, acompanhamento de custos e definição dos custos de manutenção. Serve ainda para a montagem de bancos de dados com as composições analíticas de custo dos serviços de interesse da empresa, com base nos resultados obtidos nas obras que vão sendo executadas, uma vez que isto virá consolidar o trabalho de estimativas de custo de futuras obras (TAVES, 2014).

2.7.1 Principais itens presentes no orçamento de uma obra

Na elaboração do orçamento de um empreendimento se faz necessário considerar todos os possíveis custos presentes. Um orçamento é uma estimativa do custo de uma obra, sendo o custo total da obra o valor correspondente à soma de todos os gastos necessários para sua execução, já o preço é o custo somado à margem de lucro (GONZÁLEZ, 2008).

O orçamento das construções ou serviços de engenharia civil consiste na soma do custo direto, do custo indireto, das despesas, dos impostos e do lucro previsto. A soma do custo indireto e do resultado geram o percentual de Benefício e Despesas

Indiretas (BDI), quando se divide esta adição pelo custo total direto da obra (VILELA DIAS, 2003).

2.7.2 Custos Diretos

Os custos diretos são todos os custos envolvidos diretamente na produção da obra, são os insumos, constituídos por mão de obra, materiais, equipamentos auxiliares, além de toda a infraestrutura de apoio necessária para a sua execução no ambiente da obra (TISAKA, 2006).

Os custos diretos são representados numa planilha de custos, onde constam:

- Quantitativos de todos os serviços e seus respectivos custos obtidos através da composição de custos unitários;
- Custo de preparação do canteiro de obras, sua mobilização e desmobilização;
- Custos da administração local com previsão de gastos com o pessoal técnico (engenheiro, mestre, encarregado, etc), de apoio (almoxarife, enfermeiro, mecânico de manutenção, etc), e administrativo (porteiro, vigia, motorista, encarregado do escritório, etc).

Para calcular os custos com mão de obra, deve-se acrescentar aos salários todos os encargos sociais, básicos, incidentes, reincidentes e complementares (alimentação e transporte), que são encargos obrigatórios que incidem sobre os trabalhadores e determinados pela legislação trabalhista (TAVES, 2014)

2.7.3 Custos Indiretos

Os custos indiretos decorrem da estrutura da obra e da empresa e não podem ser atribuídos diretamente à execução de um dado serviço. Esses custos variam muito, em função do local de execução dos serviços, do tipo de obra, dos impostos incidentes, e ainda das exigências do contrato ou edital. Devem ser distribuídos na forma de percentual dos custos unitários diretos totais de serviços (VILELA DIAS, 2003).

Ainda segundo Vilela Dias (2003), os custos indiretos que mais afetam a construção são: mobilização e desmobilização dos equipamentos; mobilização e desmobilização de pessoal; mobilização e desmobilização de ferramentas e utensílios; administração local; administração central e tributos.

2.7.4 Benefício e Despesas Indiretas (BDI)

Define-se o BDI como:

A parte do preço de cada serviço, expresso em percentual, que não se designa ao custo direto ou que não está efetivamente identificado como a produção direta do serviço ou produto. O BDI é a parte do preço do serviço formado pela recompensa do empreendimento, chamado lucro estimado, despesas financeiras, rateio do custo da administração central e por todos os impostos sobre o faturamento, exceto leis sociais sobre a mão de obra utilizada no custo direto (TAVES, 2014).

Em termos práticos, o BDI é o percentual que deve ser aplicado sobre o custo direto dos itens da planilha da obra para se chegar ao preço final de venda. A título de exemplo, se uma determinada obra foi orçada em 100 de custo direto, 20 de custo indireto e 10 de lucro, o BDI é igual ao quociente $(20+10)/100 = 30\%$. Então o preço final será $100 \times 1,30 = 130$ (MATTOS, 2006).

2.8 Modelagem em BIM

Responsável por uma série de transformações no mercado da construção civil, a metodologia *Building Information Modeling* (BIM) que, em português significa Modelagem da Informação da Construção, trouxe muita praticidade e economicidade quando o assunto é construir. Com o intuito de reduzir os impasses que surgem ao longo da fase de construção de uma obra, essa inovação no setor da construção civil vem se consolidando progressivamente (SOUZA et al., 2022).

2.8.1 Metodologia BIM

A metodologia BIM, de maneira geral, funciona como uma ponte entre as diversas fases da construção civil: projeto arquitetônico e estrutural, instalações hidrossanitárias e elétricas, orçamentação e controle, entre outros. Abre-se a possibilidade de que todas as alterações feitas em uma área refletem em todas as outras, minimizando divergências (SOUZA et al., 2022).

A Figura 3 apresenta o ciclo de vida BIM em todas as suas fases.

Figura 3 – Ciclo de vida BIM



Fonte: Martini (2018).

É possível notar que após planejar o empreendimento, sobrevém o anteprojeto e estudo preliminar, onde são definidas as diretrizes a serem seguidas para a concretização do projeto executivo. A metodologia BIM consiste num aglomerado de informações que permitem a construção da realidade em um modelo virtual, fazendo com que toda a base de dados possa sofrer alterações durante o ciclo de vida do empreendimento, do planejamento até sua demolição (SOUZA *et al.*, 2022).

“Para que um software se vincule ao BIM, ele deve apresentar quatro características fundamentais: a modelagem paramétrica, o levantamento de insumos, a interoperabilidade e a geração de simulações” (MIRANDA, 2019).

2.8.2 Dimensões do BIM

Para a criação de um projeto arquitetônico, 3 (três) dimensões são consideradas suficientes, porém, com a metodologia BIM é possível utilizar referência a outras dimensões, como tempo, sustentabilidade e custos, o que cria um tipo diferente de informação no projeto (SIENGE, 2020). Para cada tipo específico de

informação, o modelo BIM se apropria de uma dimensão diferente, com capacidade de reconhecer até 7 (sete) dimensões (Figura 4).

Figura 4 – Dimensões apropriadas ao modelo BIM



Fonte: SIENGE, (2020).

Ainda segundo a plataforma Sienge, (2020) as dimensões da metodologia BIM segmentam-se em:

- 3D – Renderização Tridimensional do artefato: Visualização e representação em 3D de todo o projeto, fácil colaboração entre equipes multidisciplinares;
- 4D – Análise de compatibilização e planejamento: Coordenação entre as equipes envolvidas nos projetos, otimização no planejamento de cronogramas.
- 5D – Análise de custos: Levantamento dos quantitativos de insumos, aliada a elaboração automática de orçamento através de software especializado.
- 6D – Avaliação da sustentabilidade: Simulações de projetos sustentáveis, através de recursos naturais, como ventilação, isolamento térmico, iluminação solar, etc.
- 7D – Gestão e Manutenção: Informações sobre garantia, especificações técnicas e manuais, com foco no usuário final.

2.8.3 Modelagem paramétrica

Andrade e Ruschel (2009) defendem que a utilização da modelagem paramétrica traz bastante flexibilidade e possibilidades de soluções de projeto, sem perda de tempo, com segurança e credibilidade.

A parametricidade assegura a geração de objetos editáveis, passíveis de alteração. Essa característica facilita suporte à plataforma BIM, e sem essa capacidade, o software é só um modelador tridimensional (ROSSO, 2011 apud MENEZES, 2011, p. 154). Assim, essa ferramenta possibilita que objetos com geometria complexa possuam também informações a si atribuídas, por exemplo, preço, disponibilidade em estoque, dimensões, material constituinte, fabricante etc. Essas informações também são passíveis de manipulação. (SOUZA et al., 2022)

2.8.4 Nível de desenvolvimento do modelo – LOD

Mais conhecido como LOD, o nível de desenvolvimento do projeto estima o grau de maturidade e de dados de um projeto. O surgimento desse termo se deu a partir da união de outros 2 (dois) conceitos pré-existentes no setor da construção civil: o nível de detalhamento do projeto ou *Level of Detail* (LoD) e o nível de informação ou *Level of Information* (LoI) (BARCELOS et al, 2021).

Figura 5 – Conceitos LoD, LoI e LOD

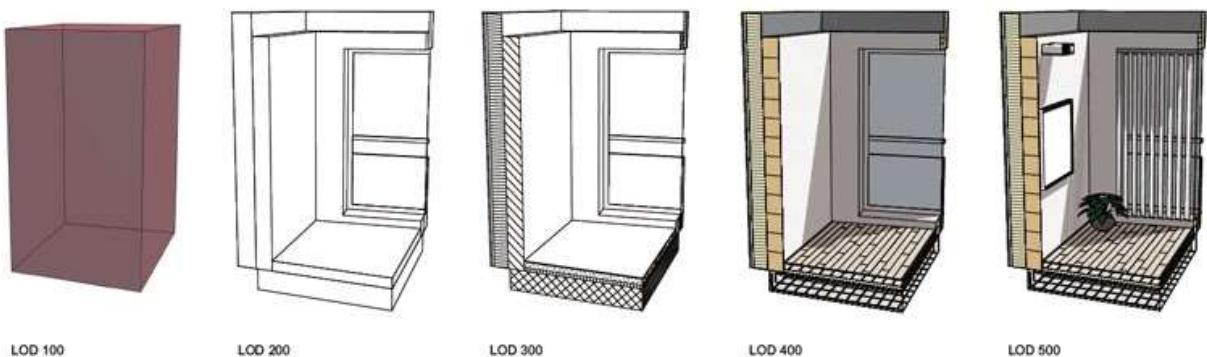


Fonte: Adaptado de Neo Ipsum (2020) *apud* BARCELOS et al., 2021

Existem 5 (cinco) níveis de desenvolvimento (LoD) para a modelagem com a metodologia BIM, de acordo com o *American Institute of Architects* (AIA) (2013).

Estes níveis variam do LOD 100 ao LOD 500, e o nível de detalhamento (LoD) do objeto modelado em BIM aumenta, conforme o nível (Figura 6).

Figura 6 – Níveis de Desenvolvimento (LOD).



Fonte: Autodesk (2017).

O AIA (2013), determina cada LOD, como:

- LOD 100: Modelo básico que consiste em uma indicação de área, altura, implantação, perímetros e orientação espacial, com base em um modelo tridimensional.
- LOD 200: Modelo esquemático que delimita o anteprojeto, onde os objetos são modelados como sistemas gerais e geram quantitativos aproximados, dimensões espaciais, implantação e orientação.
- LOD 300: Modelos cujos elementos pertencem a grupos específicos precisos em termos geométricos e de quantitativos. A partir deste nível observa-se o detalhamento de disciplinas que integrarão o projeto.
- LOD 400: Modelo que além de acurado em termos de medidas espaciais, implantação, quantitativos e orientação, pode apresentar também as características de fabricação, montagem e informações detalhadas. Surge neste nível os elementos que formarão o projeto executivo da construção e que podem ser utilizados para a determinação de um cronograma físico-financeiro, extração de quantitativos unidos a seus custos reais.
- LOD 500: Modelo onde os elementos podem ser enxergados como um *As Built*, onde os objetos e elementos construtivos são modelados conforme suas características reais.

2.8.5 Industry Foundation Classes - IFC

O IFC é o formato *standard* internacional utilizado por todos os *softwares* da plataforma BIM para intercâmbio de arquivos. Foi criado por um grupo

chamado *Internacional Alliance of Interoperability* (IAI), em 1994, e hoje é representado pela *Building Smart* (LIMA, 2011).

O desenvolvimento do IFC aborda a quantidade massiva de dados que podem ser inseridas em um modelo de edifício em 4 (quatro) eixos de informação: ciclo de vida, disciplina, nível de detalhe e aplicação, com a proposta de representar por classes genéricas, com informações suficientes para descrever as suas características principais (AYRES FILHO, 2009).

2.8.6 Orçamentação otimizada com auxílio da metodologia BIM

A metodologia BIM surge também como forma de aprimorar as técnicas utilizadas para elaboração de um empreendimento, pois a utilização de técnicas obsoletas leva a um orçamento inconsistente, e quanto mais detalhado for o projeto no modelo BIM, melhor será para avaliação do proprietário do empreendimento, que poderá se organizar melhor, e para o orçamentista, que obterá mais segurança e confiabilidade, em relação aos custos de implantação do projeto (KOELLN, 2015).

A partir dos elementos construtivos podem ser obtidos o quantitativo de materiais, a exemplo de portas e janelas, e instalações, como metragem de tubulação hidrossanitária, ou ainda de determinados materiais, podem ser extraídas de um modelo BIM 3D (KOELLN, 2015).

Esse método de abordagem da quinta dimensão traz uma economia de tempo considerável, já que os quantitativos serão levantados automaticamente em um mesmo conjunto de informações que servirá de orientação para o orçamentista finalizar seu trabalho com eficiência e agilidade (COSTA, 2013).

3 EDIFICAÇÃO DO COMPLEXO DO CENTRO CULTURAL (CCC) DA UERJ

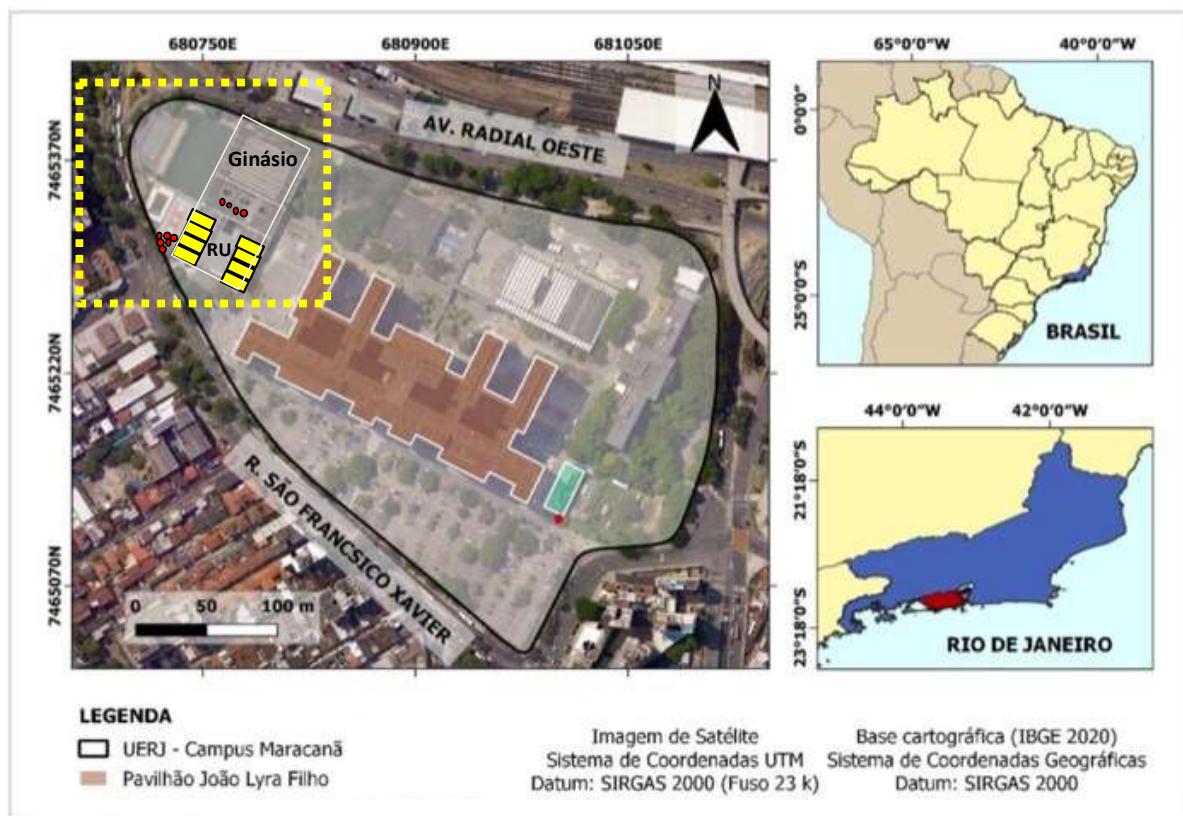
O sistema de aproveitamento de água apresentado neste trabalho tem como objetivo promover a economia de água no Campus Maracanã, ao utilizar a água da chuva para atender parte da demanda de água não potável do Complexo do Centro Cultural da UERJ, composto pelo: Restaurante Universitário (RU), Ginásio Poliesportivo e Departamento de Artes (CoArt) da UERJ.

Fatores financeiros, estruturais e de disponibilidade de espaço para alocação dos reservatórios influenciaram diretamente na quantidade de reservatórios adotados neste projeto, portanto, o presente sistema não pretende atender a toda demanda de água não potável da edificação do CCC da UERJ, mas sim, em permitir a redução do

consumo de água potável para fins não potáveis, sobretudo em períodos prolongados de estiagens capazes de afetar o fornecimento de água pela concessionária local.

A Figura 7 ilustra a localização do sistema de armazenamento de água de chuva na UERJ. Foram projetados, pela empresa instaladora, 6 (seis) reservatórios inferiores com capacidade de 15 m³ cada, mais 4 (quatro) reservatórios superiores de 5 m³ cada, num total de 110 m³ de armazenamento máximo provável de água de chuva (Tabela 8).

Figura 7 – Localização do sistema de armazenamento de água de chuva na UERJ.



Fonte: Adaptado de ALMEIDA (2022).

Tabela 8 – Volume reservado pelo sistema de aproveitamento de água da chuva

Capacidade de armazenamento de água da chuva	Valor (Litros)
Reservatórios Inferiores	90.000
Reservatórios Superiores	20.000
Total do Sistema	110.000

Fonte: O autor (2023).

3.1 Estimativa da Demanda de Água não potável

Realizou-se o levantamento (Anexo A) da quantidade de bacias sanitárias e mictórios localizados na edificação do CCC da UERJ (Tabela 9), assim como da área de piso do restaurante universitário (Tabela 10), com potencial de aproveitamento da água da chuva para lavagem, e das áreas de jardinagem no entorno da edificação (Figura 8), para a rega de jardins com demanda de água não potável.

Tabela 9 – Levantamento de sanitários e mictórios no CCC da UERJ.

Descrição		Bacias sanitárias	Mictórios
1º PAV	RU	Banh. Masc	4
		Banh. Fem	4
		Banh. e Vestiário Masc (Funcionários)	4
		Banh. e Vestiário Fem (Funcionários)	4
	Ateliê de Artes	Banh. Masc	1
		Banh. Fem	1
TOTAL 1º PAV:		18	2
2º PAV	Área de Circulação	Banh. Masc	3
		Banh. Fem	3
		Banh. Masc	2
		Banh. Fem	3
	Ginásio Poliesportivo	Banh. Masc	3
		Banh. Fem	3
		Banh. Masc	3
		Banh. Fem	3
TOTAL 2º PAV:		23	2
SUB SOLO	Setor A (Embaixo do RU)	Banh. Masc	1
		Banh. Fem	1
		Banh. e Vestiário Masc	3
		Banh. e Vestiário Fem	2
	Setor B (Entre o RU e a Quadra)	Banh. Masc	1
		Banh. Fem	1
		Banh. e Vestiário Masc	2
		Banh. e Vestiário Fem	2
		Banh. e Vestiário Masc	4
		Banh. e Vestiário Fem	4
		Banh. e Vestiário Masc	6

Descrição		Bacias sanitárias	Mictórios
	Setor C (Embaixo da quadra)	Banh. e Vestiário Fem	6
TOTAL SUB-SOLO		33	16
TOTAL GERAL		74	20

Fonte: O autor (2023).

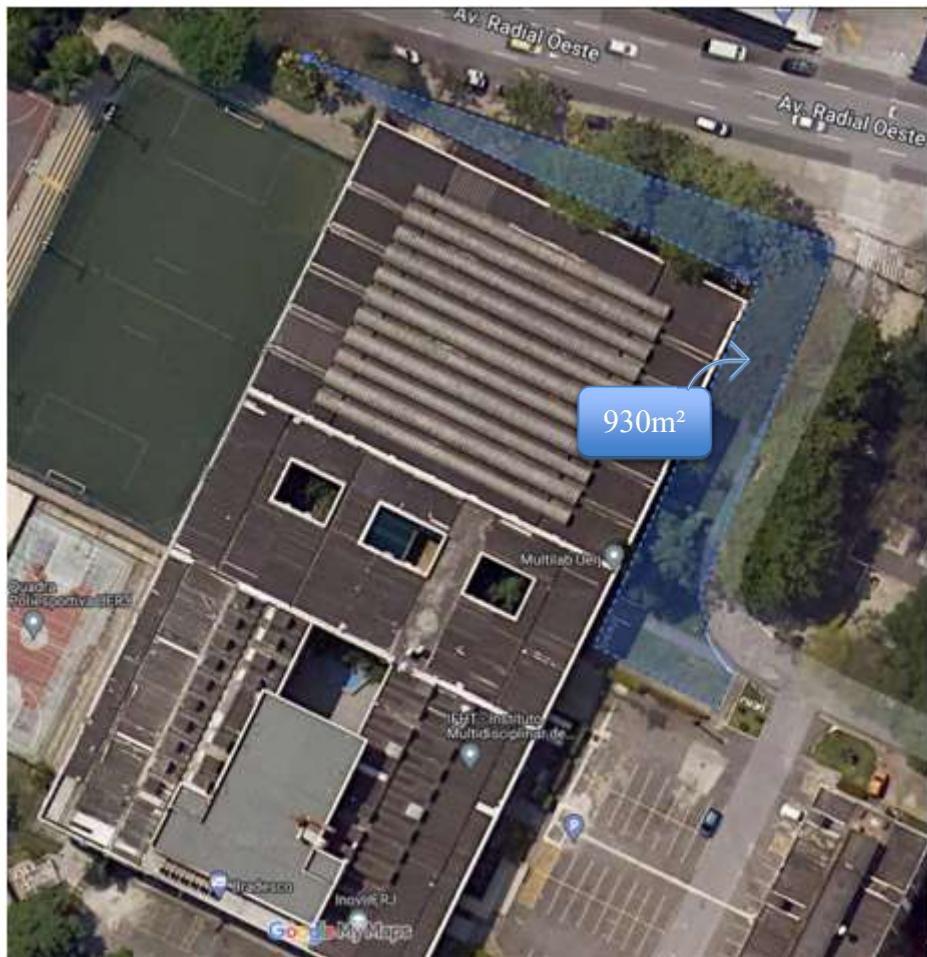
Tabela 10 – Levantamento da área de piso do RU.

Ambiente	Área (m²)
Refeitório	489,19
Circulação (Entre Refeitório e Devolução)	58,93
Cocção I	59,16
Anexo à Cocção I	20,81
Copa de Higienização de Panelas	14,60
Guarda de Utensílios I	25,45
Apoio Geral	24,79
Pré-preparo climatizado de sobremesas e café	15,15
Corte de Frutas Climatizado (18°C)	12,00
Câmara de Laticínios e Sobremesas	11,30
Pré-preparo climatizado de carnes (18°C)	19,42
Circulação (Entre Apoio geral e Recepção e Triagem)	32,34
Copa de Higienização de Utensílios	66,45
Câmara Resfriada de Carnes (0°)	12,67
Congelador	14,42
Câmara Lixo Úmido (-21°C)	5,87
Recepção e Triagem	32,27
Pré-Preparo climatizado de saladas (18°C)	34,14
Câmara Frigorífica Hortifruti (8°C)	28,89
Estoque	65,02
Circulação (Entre Recepção, Triagem e Banh. Funcionários)	31,48
TOTAL:	1074,35

Fonte: O autor (2023).

Os levantamentos dos dados presentes nas tabelas 9 e 10 foram realizados a partir das plantas baixas dos ambientes mencionados, disponíveis no ANEXO A.

Figura 8 – Área de Jardinagem no entorno da edificação do CCC.



Fonte: Adaptado do Google Maps, (2023).

Uma vez que não foi possível verificar a área de jardim no entorno da edificação do CCC nas plantas da UERJ analisadas neste trabalho, com o auxílio do Google Maps, verificou-se a área aproximada de jardim no entorno do CCC do Campus Maracanã da UERJ a ser irrigada com a água da chuva captada pelo sistema.

- Área de Jardim $\cong 930\text{m}^2$

Utilizou-se no presente trabalho, para estimar a demanda de água destinada a rega de jardins, o valor apresentado por Dziegielewski *et. al.* (1993) *apud* Tomaz (1999) de 2 Litros//m²/dia.

$$\text{Consumo diário com rega de jardim} \cong 930 \text{ m}^2 \times \frac{2 \frac{\text{litros}}{\text{m}^2}}{\text{dia}} = 1860 \frac{\text{litros}}{\text{dia}} \quad (\text{Eq. 4})$$

Para este trabalho, foi considerado no mês, em média, uma irrigação a cada 3 dias, como frequência média sazonal, de acordo com consulta ao profissional responsável pela irrigação. Desse modo, em 22 dias úteis ao mês, obtém-se como demanda provável para irrigação de jardins um total de 12 irrigações ao mês, num total de 22.320 litros por mês.

Para estimar o consumo de água com lavagem de piso, utilizou-se o valor máximo apresentado por Melo e Neto (1988) *apud* Tomaz (1999) de 2 Litros/dia/m² para lavagem de pátios e calçadas.

$$\text{Consumo diário com lavagem de piso} \cong 1074 \text{ m}^2 \times \frac{2 \frac{\text{litros}}{\text{m}^2}}{\text{dia}} = 2148 \frac{\text{litros}}{\text{dia}} \quad (\text{Eq. 5})$$

Para uma lavagem de piso por semana ou 4 vezes ao mês, tem-se um consumo mensal igual a 8.592 litros.

Para a estimativa de consumo com bacias sanitárias com válvula de descarga, utilizou-se o valor provável apresentado por Tomaz, (2003) *apud* Hagemann (2009) de 9 litros/descarga. Considerou-se ainda o valor de 2 litros/descarga para os mictórios. Para ambos os usos na bacia sanitária e no mictório, considerou-se 2 vezes ao dia.

Tendo em vista que a população que frequenta o CCC é flutuante e que não há dados para saber quantas pessoas em média utilizam o espaço por dia, estimou-se a população a partir do número de sanitários e mictórios.

Carvalho Junior (2014) apresenta valores mínimos de aparelhos sanitários para cada homem e mulher, de acordo com o tipo de ocupação, que foram considerados e adaptados neste trabalho para realidade de projeto, afim de estimar a população que frequenta o CCC.

Para estimar a população, foi considerado que cada bacia sanitária atende em média a 10 usuários por dia, e cada mictório atende a 20 usuários por dia.

Desse modo, obtém-se uma população total que frequenta o CCC de 1.140 pessoas/dia. Para fins de cálculo admitiu-se 50% da população que usa o banheiro masculino e 50% da população que usa o banheiro feminino.

Ao considerar os usos não potáveis de água durante 22 dias ao mês, tem-se a Tabela 11.

Tabela 11 – Demanda mensal estimada de água não potável no CCC da UERJ.

Uso	Consumo	População	Área (m ²)	Frequência ao mês	Consumo (L/mês)
Bacias Sanitárias	9 litros/descarga	570 Homens	---	1 x 22 = 22	112.860
		570 Mulheres		2 x 22 = 44	225.720
Mictórios	2 litros/descarga	570	---	1 x 22 = 22	25.080
Rega de Jardim	2 litros/m ²	---	930	7	22.320
Lavagem de Piso	2 litros/m ²	---	1074	4	8.592
Consumo Mensal					394.572

Fonte: O autor (2023).

Da demanda total mensal de 394.572 litros, obtém-se um consumo provável médio diário de 13.152,40 litros. Este valor deve ser considerado no cálculo do volume de armazenamento da água da chuva pelo Método dos Dias Secos Consecutivos, em atendimento aos períodos prolongados de estiagens.

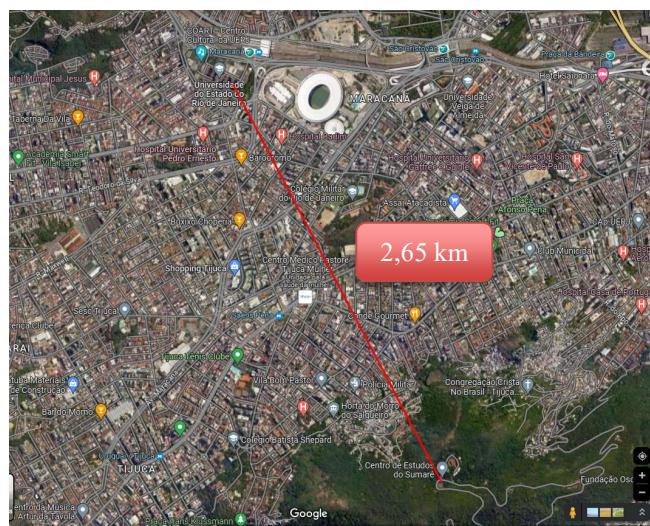
3.2 Estimativa da oferta de água da chuva na região do Maracanã

3.2.1 Precipitação Média

Do Sistema Alerta Rio (2023), obteve-se o relatório pluviométrico da Estação Tijuca, como a mais próxima do Campus Maracanã da UERJ, distante cerca de 2,65 km do prédio do CCC, conforme observa-se na figura 9.

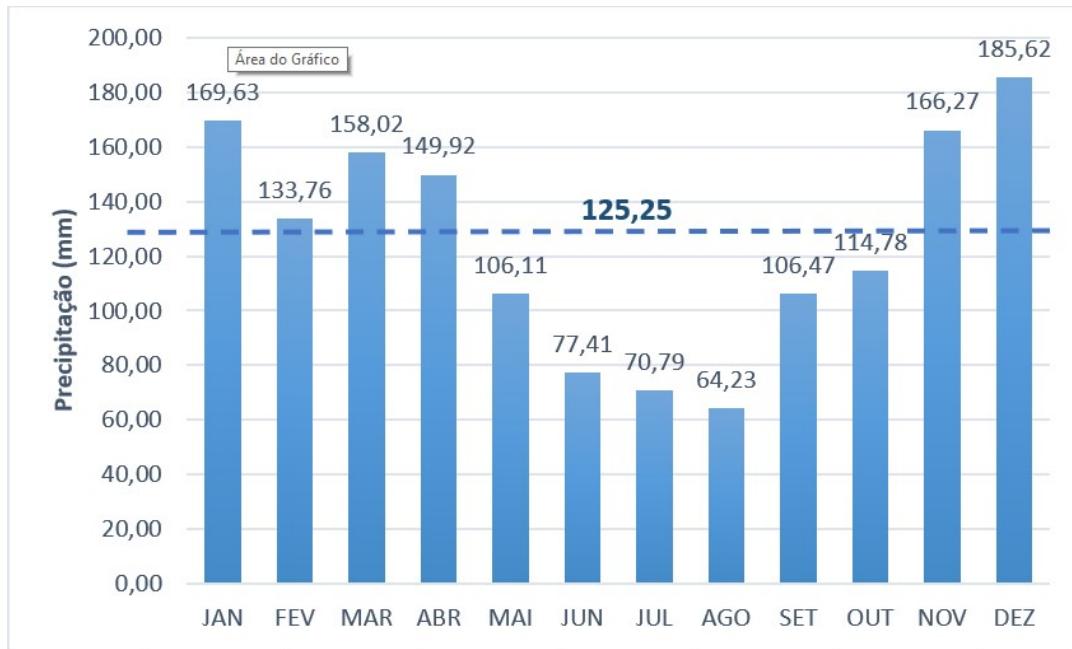
Para o cálculo da precipitação média mensal, foi utilizada a série histórica da precipitação anual e média mensal entre 1997 e 2022 (Figura 10).

Figura 9 – Distância entre a Estação Tijuca e o Campus Maracanã da UERJ.



Fonte: Adaptado do Google Maps, (2023).

Figura 10 – Precipitação média mensal da estação Tijuca.



Fonte: Adaptado de GEORIO, (1997 a 2022).

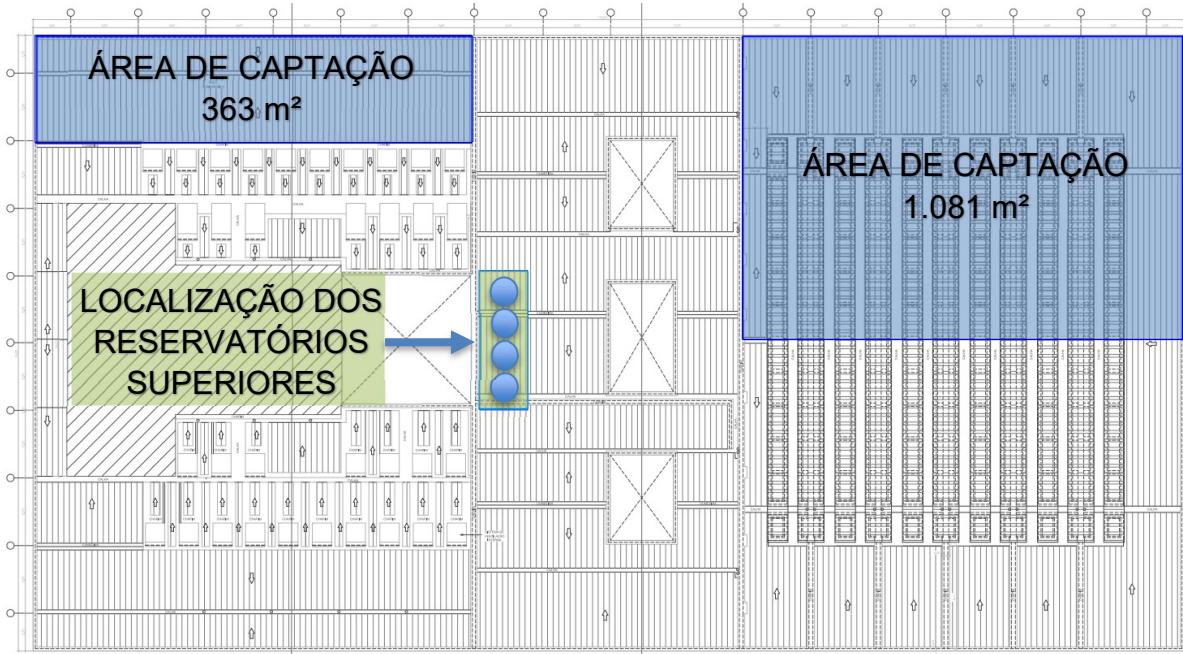
Logo, através desse levantamento, obtém-se um valor de precipitação média mensal igual a 125,25 mm, valor este que será considerado neste trabalho para fins de dimensionamento.

3.2.2 Área de Captação

A escolha das áreas de captação consideradas neste projeto foi acordada com a prefeitura da UERJ, e levou em consideração fatores logísticos e econômicos, além da estimativa de demanda de água não potável e da precipitação média mensal no local de projeto.

O levantamento da área de captação foi realizado a partir da planta baixa de cobertura, disponibilizada pela prefeitura da UERJ para utilização neste projeto (Figura 11), onde observa-se uma área de captação de 363 m² e outra de 1.081 m², logo, uma área de captação total igual a 1444m².

Figura 11 – Área de captação da cobertura do telhado do CCC da UERJ e localização dos 4 reservatórios superiores.



Fonte: O autor (2023).

3.2.3 Volume Médio Mensal de Água da Chuva Captado pelo Sistema

Para calcular o volume de água da chuva aproveitável, utilizou-se a equação (1) estabelecida pela NBR 15.527/2019 e obtida a partir do resultado da equação 6.

$$V_{disp} = 125,25 \text{mm} \times 1.444 \text{ m}^2 \times 0,8 \times 0,85 = 122.985,48 \text{ Litros} \quad (\text{Eq. 6})$$

onde,

V_{disp} : Volume disponível mensal de água de chuva (L);

P : Precipitação média mensal (mm);

A : Área de coleta (m^2);

C : Coeficiente de escoamento superficial da cobertura (*runoff*) e;

η : Eficiência do sistema de captação (na falta de dados, recomenda-se o fator de captação de 0,85).

Desse modo, é possível calcular o volume máximo aproveitável a ser armazenado nos reservatórios de forma anual, mensal ou diário. Neste projeto, calculou-se o volume mensal de água da chuva captado pelo sistema.

Utilizou-se no presente trabalho a série histórica de relatórios pluviométricos da estação Tijuca, conforme apresentado no item 3.2.1 deste trabalho, para obter a precipitação média mensal utilizada no dimensionamento.

A área de captação utilizada neste estudo é a soma das áreas de cobertura apresentadas na Figura 11.

A cobertura do CCC da UERJ é composta majoritariamente de telhas de fibrocimento, laje de concreto e manta asfáltica, com o coeficiente de *runoff* considerado desses materiais variando entre 0,80 e 0,95. Considerou-se neste projeto um coeficiente de escoamento superficial igual a 0,80 para toda cobertura.

3.3 Sistema de Aproveitamento de Água da Chuva

3.3.1 Dimensionamento dos Reservatórios

Utilizou-se neste trabalho o método dos Dias Secos Consecutivos como referência para o dimensionamento da capacidade de armazenamento do sistema de aproveitamento de água da chuva.

Foi elaborada uma planilha automatizada, com os dados extraídos do sistema do Alerta Rio, para cálculo dos dias secos consecutivos (Tabela 12).

Tabela 12 – Dias Secos Consecutivos.

m	Ano	Ptotal (mm)	Dias Secos	DSC (dias)
1	1997	990,9	268	15
2	1998	2.597,1	247	21
3	1999	1.336,6	260	23
4	2000	1.141,4	277	19
5	2001	1.181,0	286	25
6	2002	1.319,6	273	27
7	2003	1.865,0	253	19
8	2004	1.505,6	255	23
9	2005	1.894,0	249	35
10	2006	1.725,0	254	25
11	2007	1.320,2	268	21
12	2008	1.618,2	239	22
13	2009	1.925,4	238	19
14	2010	2.083,4	245	19
15	2011	1.380,6	258	21
16	2012	1.053,2	273	22
17	2013	1.808,6	251	18

m	Ano	Ptotal (mm)	Dias Secos	DSC (dias)
18	2014	853,4	285	29
19	2015	1.058,2	269	24
20	2016	1.414,0	260	27
21	2017	863,2	271	28
22	2018	1.271,2	267	15
23	2019	1.801,4	257	19
24	2020	2.040,2	254	19
25	2021	1.311,0	259	22
26	2022	1.768,4	259	29

Fonte: O autor, (2023).

O desvio padrão encontrado foi igual a 3,93. O período de retorno adotado foi de 10 anos. Ao utilizar a equação 3, encontramos o valor estabelecido na equação 7:

$$\text{DSC} = 28 \text{ dias}$$

$$V_{res} = 13.152,40 \times 28 = 368.267,20 \text{ litros} \quad (\text{Eq. 7})$$

Da equação (7), haveria necessidade de armazenar cerca de 368 mil litros de água de chuva para suprir a demanda de água não potável durante 28 dias consecutivos sem chuva. Em função das condições do projeto, como do volume médio mensal aproveitável captado de água de chuva de cerca de 123 mil litros, e de acordo com os espaços físicos disponíveis, foi projetado um sistema com capacidade de armazenamento de água de chuva de 110 m³, equivalente à 76 mm de precipitação acumulada e em atendimento à cerca de 30% da demanda total dos dias secos consecutivos.

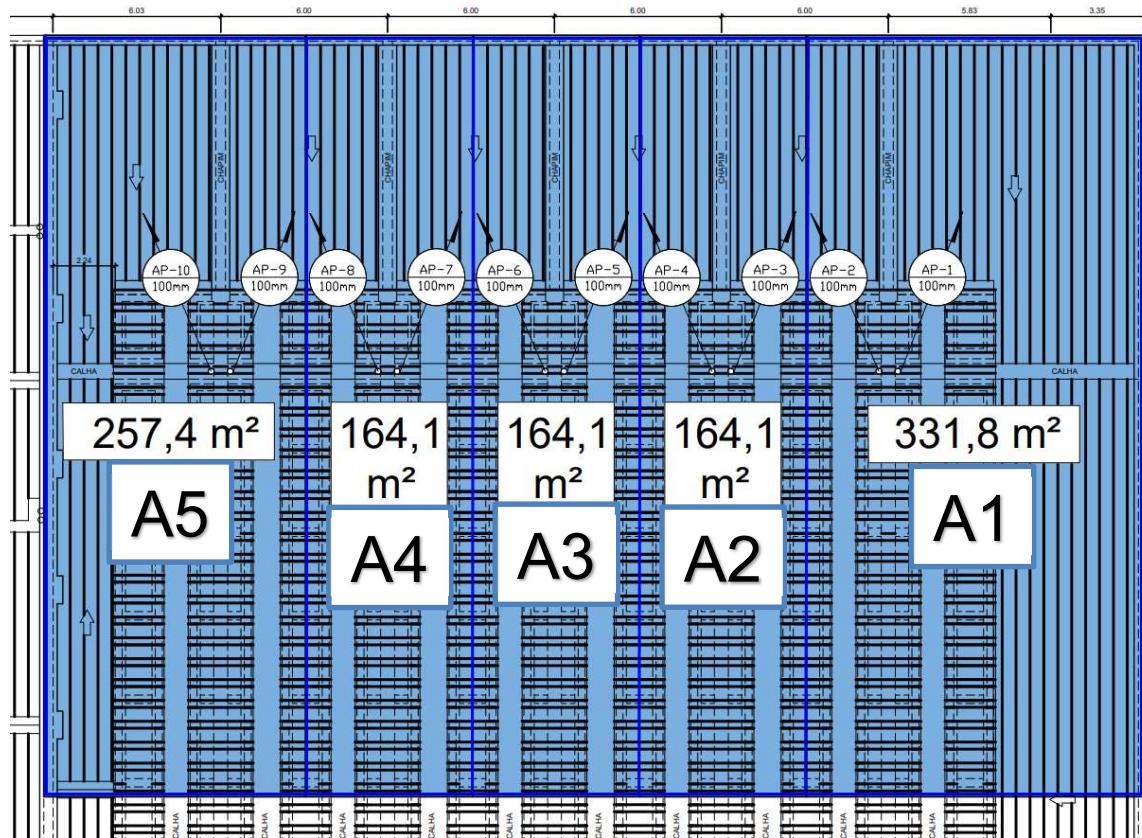
O volume total armazenado apresenta uma capacidade de suprimento da demanda de água não potável estimada em 13 dias secos consecutivos.

3.3.2 Dimensionamento do Sistema de Filtração Primária (*First Flush*)

Para este projeto, dimensionou-se o sistema de eliminação da primeira água da chuva para um descarte dos primeiros 0,5 mm de chuva, pois, de acordo com Alves et. al. (2022) este valor apresenta resultados satisfatórios.

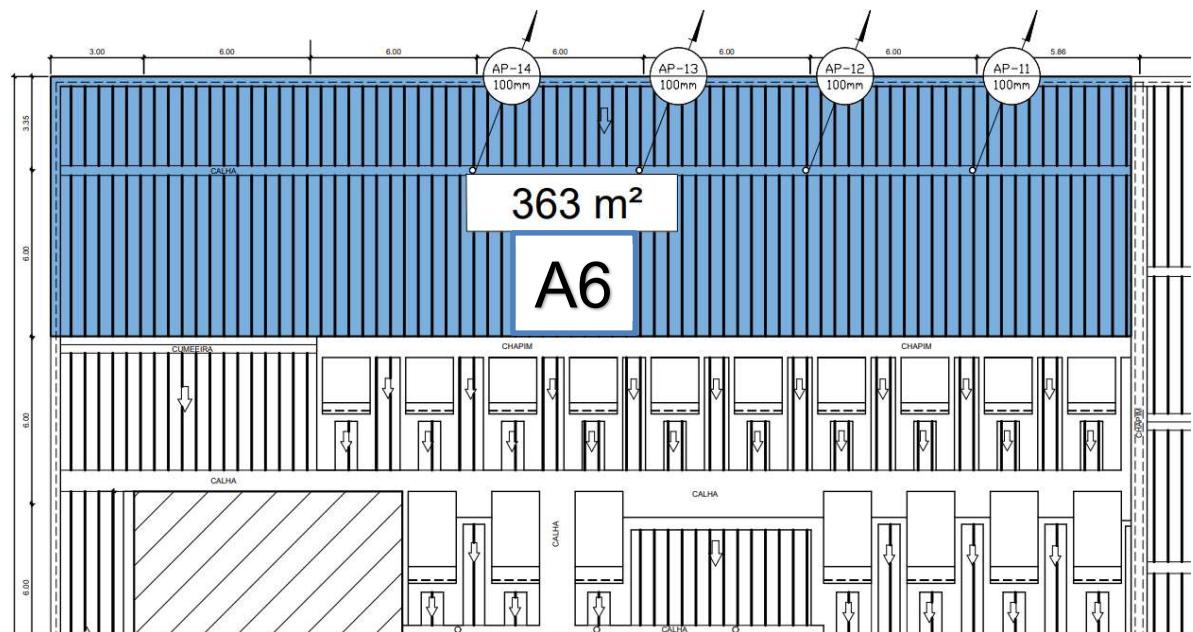
Para um adequado dimensionamento, verificou-se *in loco* o caimento das águas na cobertura em estudo, conforme representado nas Figuras 12 e 13, a fim de constatar a área de cobertura que contribui para cada tubo afluente aos reservatórios inferiores.

Figura 12 – Divisão da área de captação (1.081 m^2) entre os tubos de queda.



Fonte: O autor, (2023).

Figura 13 – Divisão da área de captação (363 m^2) entre os tubos de queda.



Fonte: O autor, (2023).

A Tabela 13 apresenta os volumes de descarte da primeira chuva para uma precipitação de 0,5 mm, correspondente às áreas A1, A2, A3, A4, A5 e A6.

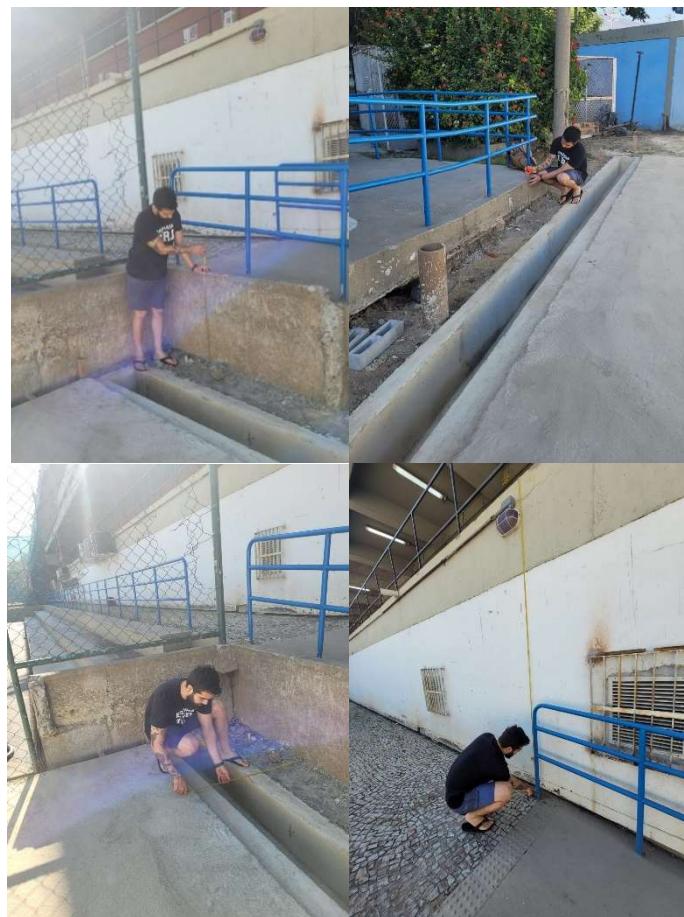
Tabela 13 – Áreas de Contribuição para o Dimensionamento do *First Flush*.

Área	Valor (m ²)	Volume a ser descartado (litros)
A1	331,8	165,90
A2	164,1	82,05
A3	164,1	82,05
A4	164,1	82,05
A5	257,4	128,70
A6	363,0	181,50
Soma	1.444,5	722,25

Fonte: O autor (2023).

O local previsto para alocação do sistema de *first flush* foi medido *in loco*, para que fosse realizada a correta modelagem do sistema.

Figura 14 – Medição *in loco* para locação do sistema *First Flush*.

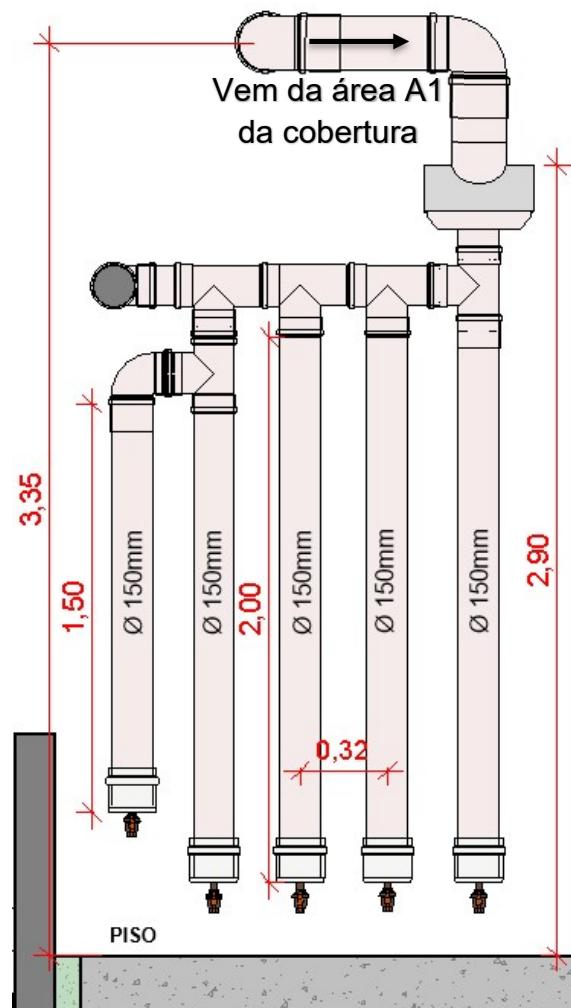


Fonte: O autor, (2023).

Considerou-se o caminho que as tubulações horizontais percorrem até o local, com inclinação de 0,5%. Desse modo, pode-se projetar a altura máxima das tubulações destinadas ao descarte da primeira água, e dimensionar de acordo com o diâmetro. Para auxiliar nesse processo, a modelagem da arquitetura do entorno de interesse e das tubulações que chegam ao sistema contribuiu para uma melhor visualização e identificação de interferências.

A Figura 15 ilustra uma vista da modelagem obtida do sistema de descarte inicial ou do *first flush* da área A1.

Figura 15 – Modelagem do Sistema de *First Flush* da Área 1.



Fonte: O autor, (2023).

Em função da declividade jusante de 0,5% da tubulação afluente ao sistema do first flush, foi necessário uma limitação de 2,00 m de altura para os tubos destinados ao descarte da primeira água. Logo, elaborou-se a Tabela 14 para auxiliar na melhor seleção do diâmetro da tubulação a ser utilizada.

Tabela 14 – Capacidade de armazenamento por tubo do *First Flush*.

DN Tubo (mm)	Área tubo (m ²)	Altura tubo (m)	Volume tubo (litros)
100	0,00785	2	15,71
150	0,01767	2	35,34
200	0,03142	2	62,83

Fonte: O autor, (2023).

Realizou-se uma análise financeira, e de espaço físico disponível, para determinar a quantidade de tubos e o DN a ser adotado para o sistema de *first flush* de cada área de captação, com o objetivo de atender ao volume que deve ser descartado com o menor custo possível.

Tabela 15 – Volume Descartado e Quantidade de Tubos por Área de Captação

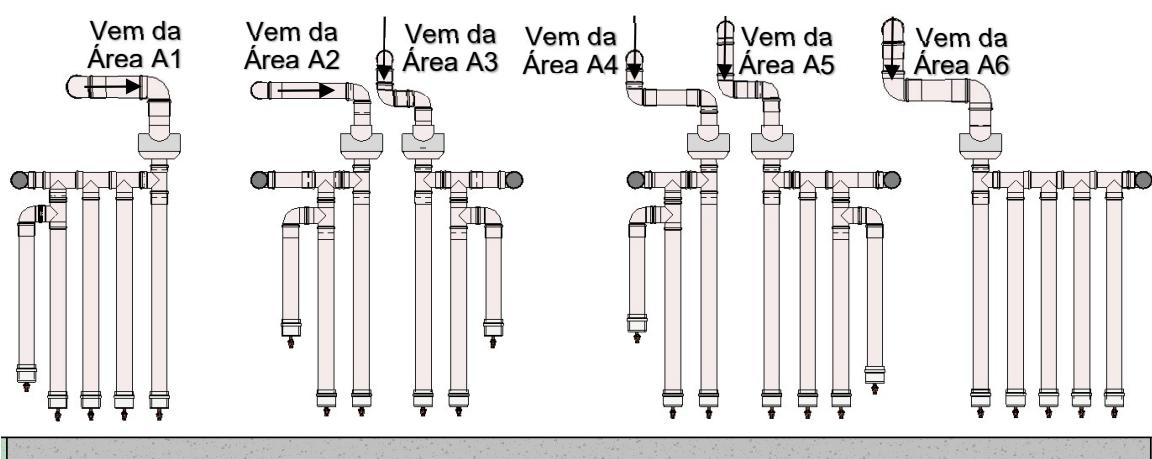
Área	Valor (m ²)	Volume projetado de descarte (litros)*	Quantidade de tubos DN 150 (m)	Volume Descartado (litros)
A1	331,8	165,90	9,5	166,11
A2	164,1	82,05	5	88,36
A3	164,1	82,05	5	88,36
A4	164,1	82,05	5	88,36
A5	257,4	128,70	7,5	130,77
A6	363,0	181,50	10	176,71

(*) considerado 0,5 mm de descarte inicial.

Fonte: O autor, (2023)

A Figura 16 representa a modelagem obtida dos sistemas de *first flush* com tubos DN 150 para as áreas A1, A2, A3, A4, A5 e A6.

Figura 16 – Modelagem do Sistema de *First Flush*.



Fonte: O autor, (2023).

Antes de chegar aos tubos que reservam o *first flush*, a água passa por um filtro separador de folhas e sólidos, que, normalmente, é encontrado no mercado para uma tubulação de DN 100 mm (Figuras 17 e 18).

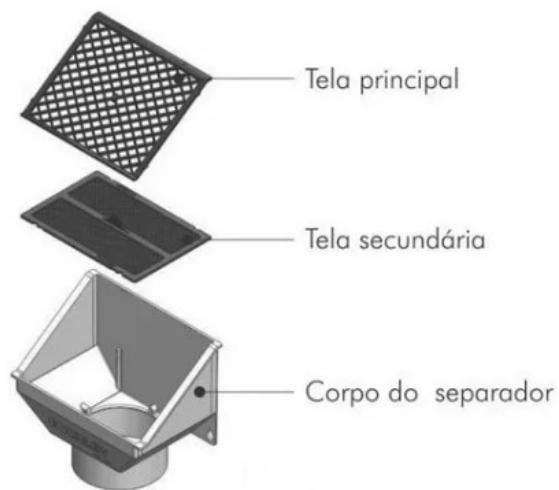
Figura 17 – Filtro Separador de Folhas.



Fonte: Fortlev (2023).

Figura 18 – Composição do Filtro.

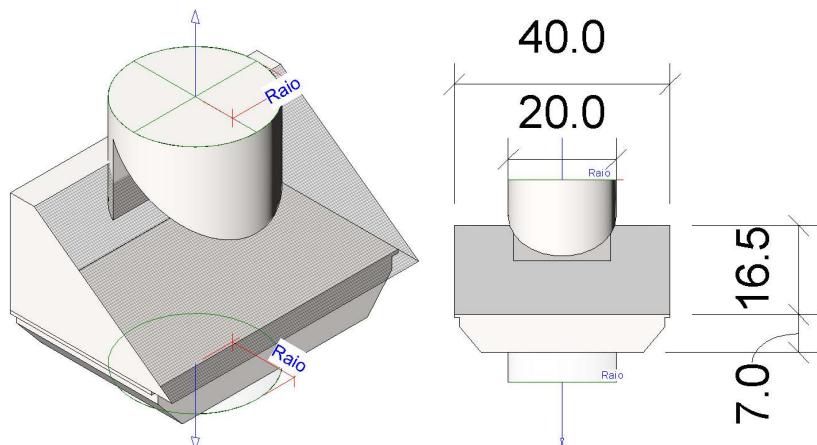
COMPOSIÇÃO



Fonte: Fortlev (2023).

Porém, para este projeto, realizou-se a modelagem paramétrica do filtro separador de folhas para DN 200 mm, com vistas à fabricação, em atendimento de forma específica ao projeto.

Figura 19 – Modelagem Paramétrica do Filtro com DN 200 mm (cotas em cm).



Fonte: O autor (2023).

3.3.3 Dimensionamento das Tubulações Horizontais

Para o dimensionamento das tubulações horizontais é necessário conhecer a vazão de projeto (Q_p), dada pela equação 8:

$$Q_p = I \times A / 60 \quad (\text{Eq. 8})$$

Onde:

Q_p = Vazão de projeto, em L/min

I = intensidade pluviométrica, em mm/h

A = área de contribuição, em m^2

A intensidade pluviométrica adotada foi de 139 mm/h, conforme estabelecido pela NBR 10844/1989 para um período de retorno de 5 anos, da Praça Saenz Peña – Rio de Janeiro-RJ, situada a 1,5 km da UERJ. A Tabela 16 apresenta os resultados das vazões de projeto, correspondentes à cada área de contribuição.

Tabela 16 – Vazão de projeto e de contribuição aos condutores horizontais.

Área	Valor (m^2)	Intensidade (mm/h)	Vazão (L/min)
A1	331,8	139	768,67
A2	164,1	139	380,17
A3	164,1	139	380,17
A4	164,1	139	380,17
A5	257,4	139	596,31
A6	363,0	139	840,95

Fonte: O autor (2023).

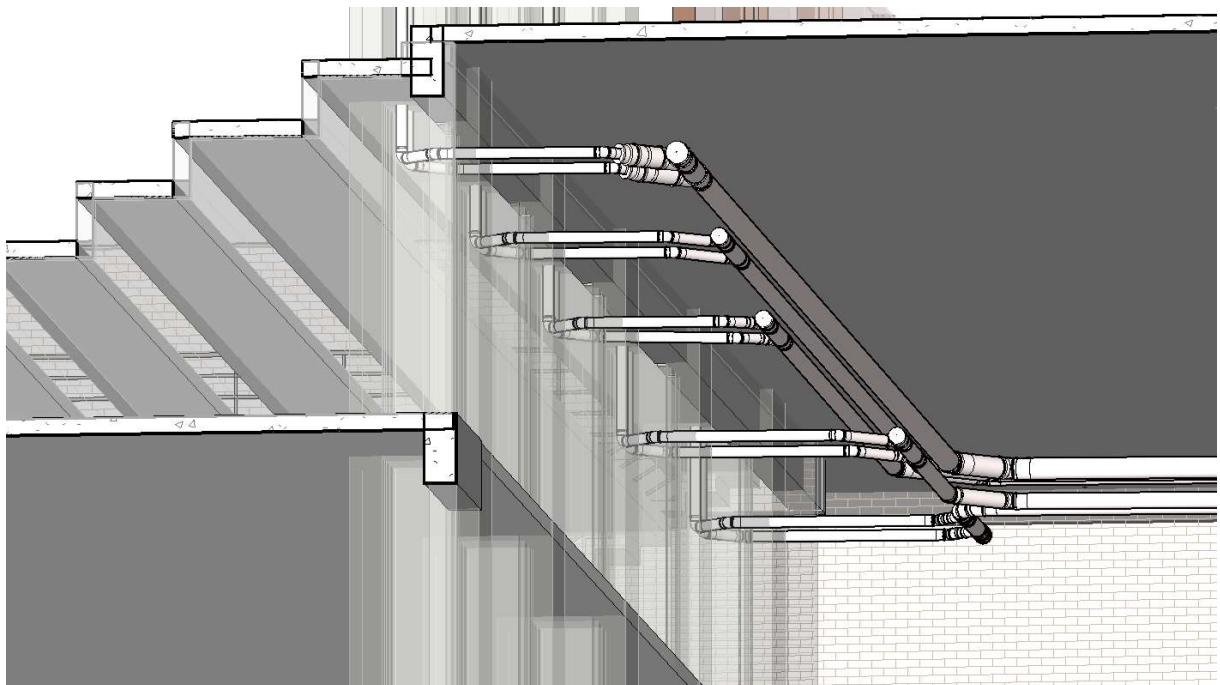
De acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1999), para uma declividade de 0,5%, os condutores horizontais devem ter diâmetro nominal igual a 200 mm para atender às áreas A1 e A6 da cobertura e, para as áreas A2, A3, A4 e A5 obtém-se condutores horizontais com DN 150 mm (Tabela 17). Para o dimensionamento dos condutores horizontais, foi considerado coeficiente de rugosidade de 0,011 correspondente ao plástico, uma vez que a tubulação adotada é de PVC.

Tabela 17 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular em L/min.

Diâmetro interno (mm)	$n = 0,011$			
	0,5%	1%	2%	4%
1	2	3	4	5
50	32	45	64	90
75	95	133	188	267
100	204	287	405	575
125	370	521	735	1040
150	602	847	1190	1690
200	1300	1820	2570	3650
250	2350	3310	4660	6620
300	3820	5380	7590	10800

Fonte: Adaptado de ABNT, (1999).

Figura 20 – Modelagem dos condutores horizontais conectados aos condutores verticais existentes nos pilares atrás da arquibancada do ginásio poliesportivo.



Fonte: O autor, (2023).

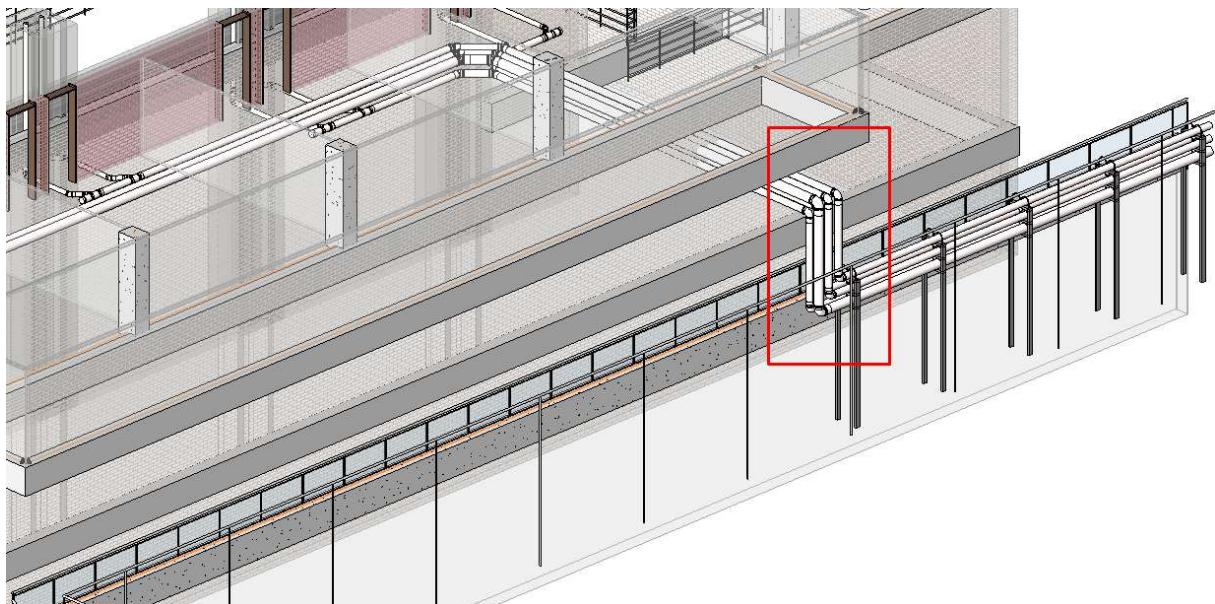
3.3.4 Dimensionamento das Tubulações Verticais

Neste projeto, os condutores verticais quem drenam as águas pluviais das lajes são existentes, portanto, não fazem parte do dimensionamento deste projeto.

Os condutos verticais existentes serão cortados, e conectados ao sistema de aproveitamento de água da chuva proposto, por isso, neste trabalho, começamos pelo dimensionamento dos condutos horizontais.

Porém, após o percurso horizontal, temos um trecho onde os condutos orientam-se na vertical, logo, é preciso verificar se o diâmetro adotado para os condutos suportará adequadamente a vazão prevista neste trecho vertical.

Figura 21 – Indicação dos condutos verticais que devem ter seu dimensionamento verificado, no modelo com paredes e lajes transparentes.



Fonte: O autor, (2023).

Tabela 18 – Vazão máxima de condutores verticais em função da taxa de enchimento.

T_e	25%	30%
D_{int}	Vazão (L/min)	
70	156,89	212,59
75	188,57	255,54
100	406,12	550,33
150	1197,38	1622,55
200	2578,7	3494,37
250	4675,49	6335,72

Fonte: USP, (2019).

Conforme observa-se nas tabelas 16 e 18, as vazões previstas para escoar em todos os condutos é menor do que a vazão máxima permitida para uma taxa de enchimento igual a 25%, logo, os diâmetros adotados estão adequados ao projeto.

3.3.5 Dimensionamento da Tubulação de Recalque e Sucção

Para o dimensionamento do sistema de recalque, foi considerado o consumo diário de água não potável de 13,15 m³/dia e o período de funcionamento da bomba de 6 horas por dia. O diâmetro da tubulação de recalque pode ser determinado a partir da equação de Forchheimer:

$$D_{rec} = 1,3 \times \sqrt{Q_{rec}} \times \sqrt[4]{X} \quad (\text{Eq. 9})$$

onde,

D_{rec} = Diâmetro da tubulação de recalque, em m

Q_{rec} = vazão de recalque (m³/s)

$X = N/24$ = relação entre o número de horas de funcionamento da bomba (N) e o número de horas do dia (24 horas).

logo,

$$Q_{rec} = \frac{13,15}{6 \times 3600} = 0,00061 \text{ m}^3/\text{s} = 0,61 \text{ l/s} \quad (\text{Eq. 10})$$

$$X = \frac{6}{24} = 0,25 \quad (\text{Eq. 11})$$

$$D_{suc} = D_{rec} = 1,3 \times \sqrt{0,00061} \times \sqrt[4]{0,25} = 0,023 \text{ m} \quad (\text{Eq. 12})$$

Uma tubulação de sucção e recalque de 25 mm atende ao consumo médio diário, porém, em função da possibilidade de dias com maior utilização dessa água, o que levaria a uma maior vazão de recalque, foi adotado uma tubulação de 32 mm como medida e margem de segurança. De acordo com a NBR 5626 (ABNT, 2020), a tubulação de sucção deve ser igual ou maior que a tubulação de recalque. Desse modo, optou-se pela tubulação de sucção com DN 32 mm.

3.3.6 Dimensionamento da Bomba de Sucção e Recalque

Uma vez dimensionada a tubulação de sucção e recalque, realizado o traçado dessa tubulação e dispostas todas as peças e conexões pertinentes à instalação, pode-se dimensionar a potência necessária da bomba para o adequado funcionamento do sistema.

Dimensionamento da tubulação de Recalque:

$$L_{real\ recalque} = 79,72 \text{ m} \quad (\text{Eq. 13})$$

Com o auxílio da tabela ilustrada na Figura 23 e da modelagem BIM do projeto, onde verifica-se os trechos das tubulações de sucção e recalque, é possível determinar o comprimento equivalente das peças e conexões do sistema (Equações 14 e 15).

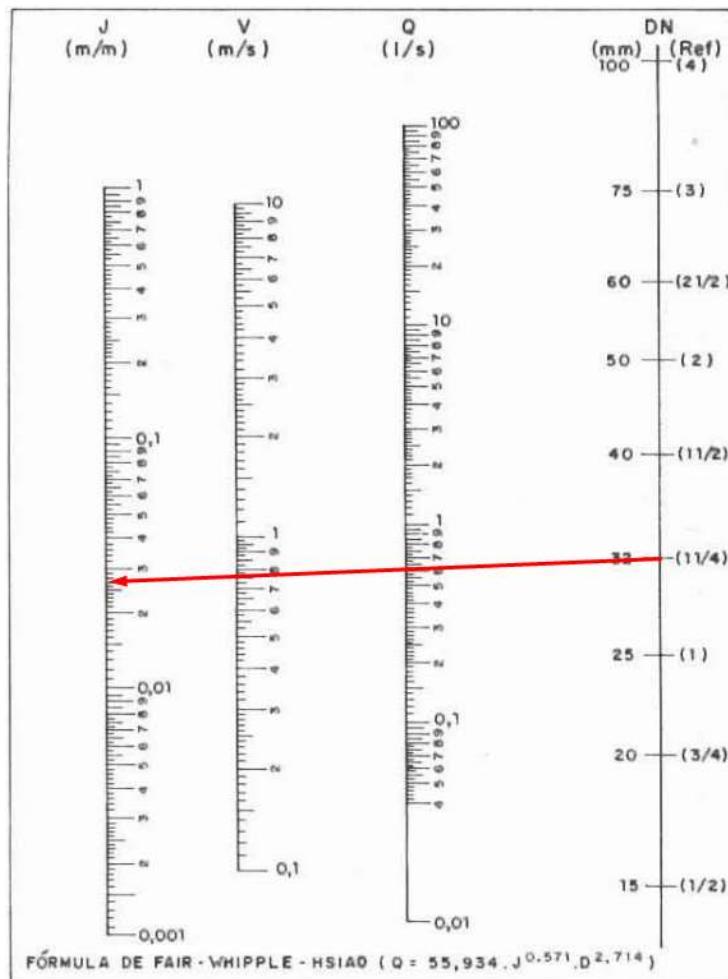
$$L_{\text{equivalente recalque}} = 49,9 \text{ m} \quad (\text{Eq. 14})$$

$$L_{\text{total}} = L_{\text{real}} + L_{\text{equivalente}} = 130 \text{ m} \quad (\text{Eq. 15})$$

Com uso do ábaco de Fair-Whipple-Hsiao (Figura 22), determina-se a perda de carga unitária (J unitário), de acordo com a vazão de recalque obtida anteriormente igual à 0,61 L/s e o diâmetro de recalque de DN 32 mm.

$$J_{\text{unitário}} = 0,027 \text{ m/m} \quad (\text{Eq. 16})$$

Figura 22 – Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao.



Fonte: Macintyre, (1990).

Figura 23 – Perdas de carga localizadas (equivalência em metros de tubulação) para conexões de PVC e COBRE.

Diâmetro nominal		Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Té 90° passag. direta	Té 90° saída de lado	Té 90° saída bilat.	Entrada normal	Entrada de borda	Saída de Canaliz.	Válvula de pé e crivo	Válv. de retenção	Registro de globo aberto	Registro de gaveta aberto	Registro de ângulo aberto	
DN	(Ref.)																
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
20	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
32	(1,1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,5	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
40	(1,1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	(2,1/2)	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	(3)	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
100	(4)	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Fonte: Macintyre, (1990).

$$J_{\text{total}} = J_{\text{unitário}} \times L_{\text{total}} = 0,027 \times 130 = 3,51 \text{ m} \quad (\text{Eq. 17})$$

A diferença de altura entre a saída da bomba de sucção e recalque e a entrada de água nos reservatórios superiores é de 12 m, logo:

$$H_{\text{manométrica rec.}} = H_{\text{geométrica}} + J_{\text{total}} = 12 \text{ m} + 3,51 \text{ m} = 15,51 \text{ m} \quad (\text{Eq. 18})$$

Dimensionamento da tubulação de Sucção:

$$L_{\text{real sucção}} = 8,9 \text{ m} \quad (\text{Eq. 19})$$

$$L_{\text{equivalente sucção}} = 10,5 \text{ m} \quad (\text{Eq. 20})$$

$$L_{\text{total}} = L_{\text{real}} + L_{\text{equivalente}} = 19,4 \text{ m} \quad (\text{Eq. 21})$$

$$J_{\text{total}} = J_{\text{unitário}} \times L_{\text{total}} = 0,027 \times 19,4 = 0,52 \text{ m} \quad (\text{Eq. 22})$$

Uma vez que o nível médio da bomba está abaixo do nível da água dos reservatórios inferiores, considera-se que a bomba funciona “afogada”, nesse caso, deve-se subtrair a perda de carga da altura geométrica. Como a diferença de altura entre o eixo médio da bomba e a saída do reservatório é de 0,18 m, tem-se:

$$H_{\text{manométrica suc.}} = H_{\text{geométrica}} - J_{\text{total}} = 0,18 \text{ m} - 0,52 \text{ m} = -0,34 \text{ m} \quad (\text{Eq. 23})$$

Motor bomba:

Considerando 40% de eficiência da bomba, por ser um valor usual para bombas centrífugas monoestágio, tem-se:

$$H \text{ manométrica total.} = H \text{ mano. rec.} + H \text{ manom. suc.} = 15,51 - 0,34 = 15,17 \text{ m (Eq. 24)}$$

Foi adotado 15,5 m para a altura manométrica total. Para calcular a potência da bomba, utiliza-se a equação 25.

$$P = (Q \text{ (l/s)} \times H \text{ man. total. (m)}) / (75 \times 0,4) = \text{ (Eq. 25)}$$

$$P = \frac{(0,61 \times 15,5)}{75 \times 0,4} = 0,32 \text{ cv} \quad (\text{Eq. 26})$$

Logo, uma bomba de 0,5 cv é considerada suficiente para a succão e o recalque da água da chuva dos reservatórios inferiores aos reservatórios superiores.

3.3.7 Dimensionamento do Sistema de Distribuição da Água da Chuva

Neste trabalho, como exemplo, considerou-se o dimensionamento das tubulações de distribuição para 2 (dois) banheiros, um masculino e um feminino, situados no ginásio poliesportivo. A seleção dos banheiros dos vestiários masculino e feminino deve-se às condições consideradas mais adequadas e viáveis, até o momento, em função de visitas *in loco*, quanto às prumadas de água fria disponíveis nos *shafts* existentes.

Para isso, utilizou-se a Tabela 19 para verificação dos pesos de cada aparelho sanitário, e, consequentemente, os pesos em cada trecho da distribuição. O Nomograma de pesos representado na Figura 24 foi utilizado para determinação do diâmetro da tubulação dos trechos de distribuição aos pontos de consumo das bacias sanitárias e mictórios.

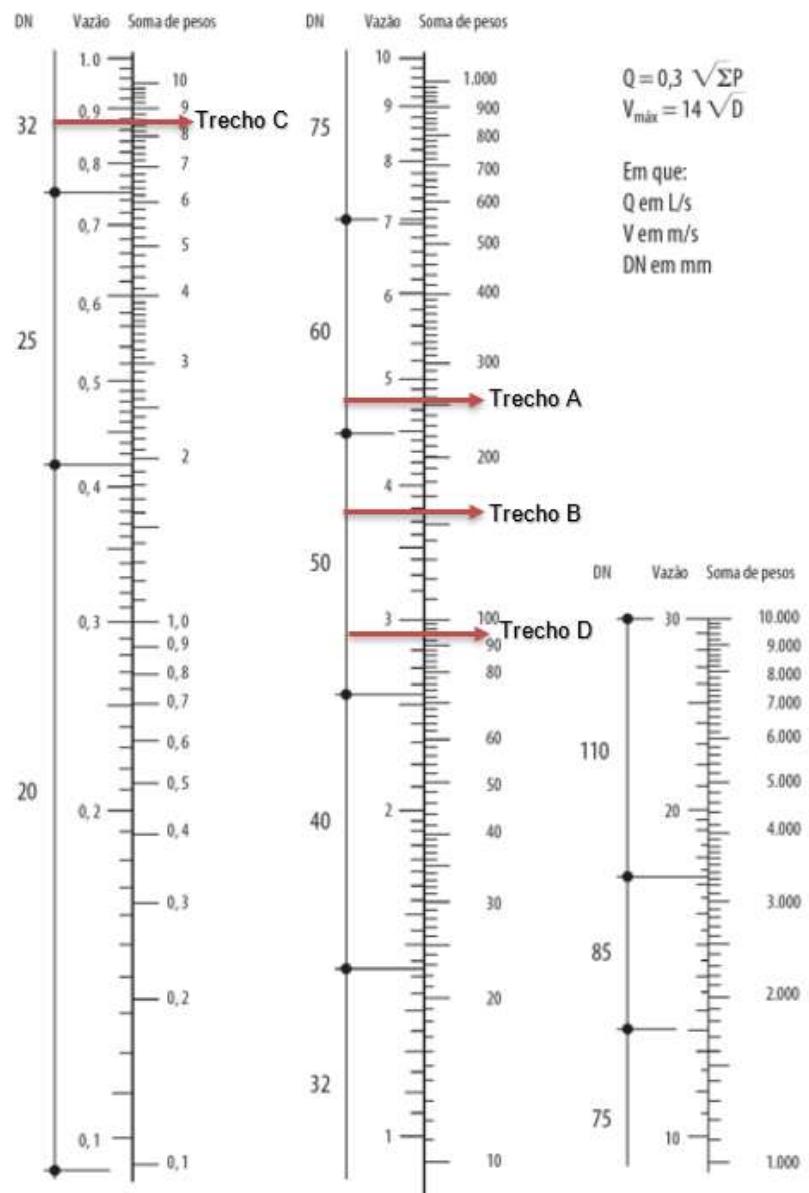
Tabela 19 – Vazão e pesos relativos nos pontos de utilização em função dos aparelhos sanitários e das peças de utilização.

Aparelho Sanitário	Peça de utilização	Vazão de projeto (l/s)	Peso Relativo
Bacia Sanitária	Válvula de descarga	1,70	32,0
Mictório	Válvula de descarga	0,50	2,8

Fonte: Adaptado de ABNT (2020).

Conforme se observa na prancha 2/3 do projeto executivo elaborado neste trabalho, disponibilizado no Apêndice C, para o trecho a montante A que atende aos 2 (dois) banheiros, sendo 8 (oito) bacias sanitárias e 3 (três) mictórios, as tubulações devem ter DN 60mm; O trecho jusante B que atende apenas a 5 bacias sanitárias e deve ter DN 50mm; O trecho jusante C atende apenas aos 3 (três) mictórios deve ter DN 32mm e o trecho jusante D que atende apenas as 3 (três) bacias sanitárias deve ter DN 50mm, conforme Nomograma ilustrado na figura 24.

Figura 24 – Nomograma de pesos, vazões e diâmetros.



Fonte: Botelho e Ribeiro Junior, (2014).

3.4 Estimativa de Custo

Para realizar o levantamento de custo com os materiais apresentados neste projeto, fez-se necessário a elaboração da lista de materiais, apresentada no Apêndice B deste trabalho.

Uma vez que o projeto foi elaborado em BIM, podemos obter a lista de materiais automaticamente, com a necessidade de pequenos ajustes, como, por exemplo, subtrair do quantitativo as tubulações existentes que foram modeladas para fins de detalhamento da conexão com o sistema de aproveitamento de água de chuva projetado.

Utilizou-se a tabela de preços de insumos da SINAPI, com mês de coleta Maio de 2023.

3.4.1 Estimativa de Custo com Material

A tabela SINAPI pode ser utilizada como referência em orçamentos de obras públicas ou privadas, porém, de acordo com o Decreto 7983/2013, é obrigatória a sua utilização para obras e serviços de engenharia contratados com recursos da União.

Apesar do recurso destinado para este projeto não vir diretamente da União, a obra será realizada com recursos públicos para atender a uma instituição pública estadual de ensino, por isso, considerou-se a utilização da SINAPI.

Ainda, de acordo com os artigos 6º e 8º do Decreto 7983/2013, é permitida a utilização de outras fontes em caso de inviabilidade de uso das referências disponíveis no SINAPI e é permitida também a adoção de especificidades locais ou de projeto na elaboração de composições de custo unitário.

Para os materiais ausentes na tabela de preços de insumos da SINAPI, realizou-se uma pesquisa de mercado, com a finalidade de obter 3 preços de fornecedores diferentes para o mesmo insumo, e considerar o menor preço no levantamento de custo.

Alguns insumos não foram orçados, por serem materiais que deverão ser fabricados para o projeto, como as estruturas metálicas que darão suporte às tubulações, outros não foram orçados por não fazerem parte do escopo do projeto, como o material necessário para fazer o abrigo do conjunto motor bomba, a instalação elétrica necessária para o adequado funcionamento das bombas e o material que será utilizado para reconstituir as paredes que serão quebradas para instalação do sistema.

Como podemos observar em detalhes no Apêndice B, a estimativa de custo com os materiais que fazem parte do escopo deste trabalho é de R\$ 148.700,87.

3.4.2 Estimativa de Preço Total

De acordo com Limmer (2017, p.104) os materiais significam em média 60% do custo de uma obra, logo, estima-se um custo total da obra igual a R\$ 247.834,78.

Este é um valor estimado, baseado no custo com material, porém, para se chegar a uma estimativa mais próxima do valor real, faz-se necessária a realização de levantamento de custo detalhado da mão de obra, de acordo com a tabela de Custos de Composições Analítico não desonarado da SINAPI, além da inclusão dos insumos que não foram orçados por estarem fora do escopo do projeto, como:

- Estruturas de suporte das tubulações
- Material utilizado para construção do abrigo para as bombas
- Instalação Elétrica necessária para o adequado funcionamento das bombas
- Material utilizado para recompor as paredes que serão quebradas para instalação do sistema
- Distribuição para outros pontos de consumo que não foram considerados na elaboração deste projeto

Para uma estimativa mais precisa do preço, faz-se necessário também considerar, além dos custos direto e indireto, o BDI, e calcular o preço de acordo com as equações (27) e (28).

$$\text{Preço} = (\text{Custo Direto} + \text{Custo Indireto}) \times (1 + \text{BDI}) \quad (\text{Eq. 27})$$

$$\text{BDI} = \frac{(1 + (\text{AC} + \text{R} + \text{S} + \text{G})) \times (1 + \text{DF}) \times (1 + \text{L})}{(1 - \text{T})} - 1 \quad (\text{Eq. 28})$$

Onde,

AC = taxa representativa das despesas de rateio da administração central;

S = taxa representativa de seguros, que cobrem uma parcela dos riscos;

G = taxa representativa de garantias, que cobrem uma parcela dos riscos;

DF = taxa representativa das despesas financeiras;

L = taxa representativa do lucro/remuneração;

T = taxa representativa da incidência de tributos.

3.4.3 Estimativa de Economia Mensal e Anual

Para conhecer o quanto o sistema é capaz de gerar em termos de economia financeira, é preciso conhecer a taxa cobrada pela concessionária local por metro cúbico de água.

Faz-se necessário conhecer a estrutura tarifária da Águas do Rio, concessionária responsável pelos sistemas de água e esgoto na região onde situa-se a UERJ.

Figura 19 – Estrutura Tarifária da Águas do Rio.

Estrutura Tarifária	Categoria	Faixa de Consumo	Tarifa por m ³ (R\$)
Área A	Residencial	Tarifa 1	0 - 15 4,884897
			0 - 15 5,596137
	Comercial	Tarifa 2	16 - 30 12,311501
			31 - 45 16,788411
			46 - 60 33,576822
	Industrial		> 60 44,769096
			0 - 20 19,026865
			21 - 30 33,520861
			> 30 35,815276
			0 - 20 29,099912
	Pública		21 - 30 30,554908
			> 30 35,759315
			0 - 15 7,386901
	Pública estadual		> 15 16,34072
			0 - 15 6,448063
			> 15 14,263899

Fonte: Águas do Rio, (2023).

Sabendo-se que a UERJ é uma Instituição pública estadual, situada no bairro Maracanã - Rio de Janeiro, é possível identificar no endereço eletrônico da concessionária que a tarifa por m³ funciona da seguinte forma:

- Para os primeiros 15m³ é cobrado uma taxa de 6,448063 R\$/m³
- Acima de 15m³ é cobrado uma taxa de 14,263899 R\$/m³

Tabela 20 – Economia mensal gerada pelo sistema.

Valor Água		
Volume (m ³)	Tarifa por m ³ (R\$)	Preço (R\$)
15	6,45	96,72
95	14,26	1355,07
Total =		R\$ 1.451,79

Valor Esgoto		
Volume (m ³)	Tarifa por m ³ (R\$)	Preço (R\$)
15	6,45	96,72
95	14,26	1355,07
Total =		R\$ 1.451,79

Fonte: O autor, (2023).

Somando-se os valores totais para Água e Esgoto apresentados na tabela 20, chegamos a um valor médio de economia mensal de R\$ 2.903,58.

Ao dividir o valor da economia mensal pelo volume em metros cúbicos, chegamos a um valor de 26,3918 R\$/m³. Analisou-se o histórico de crescimento da taxa cobrada pela concessionária, de 2011 a 2023, conforme verifica-se na tabela 21, a fim de estimar a taxa de crescimento mensal da cobrança em R\$/m³.

Tabela 21 – Evolução do valor da tarifa de água da UERJ de 2011 a 2023.

Mês/ano	Taxa (R\$/m ³)
jul/11	10,26195192
jul/12	10,92694669
jul/13	11,92823764
jul/14	12,83341142
jul/15	14,64375898
jul/16	15,54893276
jul/17	18,28103769
jul/18	22,97693729
jul/19	23,34578
jul/20	23,6075966
jul/21	23,53913418
jul/22	24,967658
jul/23	26,39618182

Fonte: Adaptado CEDAE e Águas do Rio, (2023).

Ao analisar os dados apresentados na tabela 21, encontra-se uma taxa de crescimento anual do valor cobrado pela concessionária por metro cúbico igual a 1,3445 R\$/m³/ano.

Considerando-se a taxa de crescimento anual calculada, é possível estimar o valor cobrado, por metro cúbico, pela concessionária, nos próximos 11 anos, conforme verifica-se na tabela 22.

Tabela 22 – Estimativa do crescimento anual da taxa cobrada pela concessionária de 2023 a 2034.

jul/23	26,39618182
jul/24	27,74070098
jul/25	29,08522014
jul/26	30,42973929
jul/27	31,77425845
jul/28	33,11877761
jul/29	34,46329677
jul/30	35,80781593
jul/31	37,15233509
jul/32	38,49685424
jul/33	39,8413734
jul/34	41,18589256

Fonte: O autor, (2023).

Multiplicando-se a taxa estimada para cada ano vindouro, pelo volume armazenado pelo sistema, é possível determinar o valor de economia anual para os próximos anos, conforme apresentado na tabela 23.

Tabela 23 – Estimativa de economia anual gerada pelo sistema de 2024 a 2034.

Ano	Economia mensal (R\$)	Economia anual (R\$)
2024	3.051,48	36.617,73
2025	3.199,37	38.392,49
2026	3.347,27	40.167,26
2027	3.495,17	41.942,02
2028	3.643,07	43.716,79
2029	3.790,96	45.491,55
2030	3.938,86	47.266,32
2031	4.086,76	49.041,08
2032	4.234,65	50.815,85
2033	4.382,55	52.590,61
2034	4.530,45	54.365,38

Fonte: O autor, (2023).

3.4.4 Estimativa de Retorno Financeiro do Investimento (Payback)

O valor investido pela UERJ para realização deste projeto é conhecido. Acordou-se com a empresa que executará o serviço o valor de R\$ 280.000,00. Foi considerado, para fins de cálculo do payback, esse valor conhecido.

Considerou-se também que o projeto será todo executado ainda em 2023, e que em 2023 todo valor investido no projeto será pago.

Utilizou-se a metodologia do *Payback* descontado para estimar o tempo de retorno do investimento financeiro. Foi considerada a economia anual apresentada na Tabela 23 para o cálculo do *Payback* descontado. Considerou-se também, conforme divulgado pelo Banco Central em 2023, a inflação de 6,01%.

Tabela 24 – *Payback* descontado.

Período	Investimento (R\$)	Lucro nominal (R\$)	Valor presente (R\$)	Saldo do investimento (R\$)	Inflação (%)
2023	-280.000,00	-	-	-280.000,00	6,01
2024	-	36.617,73	34.541,77	-245.458,23	
2025	-	38.392,49	34.162,73	-211.295,50	
2026	-	40.167,26	33.715,66	-177.579,83	
2027	-	41.942,02	33.209,47	-144.370,36	
2028	-	43.716,79	32.652,32	-111.718,04	
2029	-	45.491,55	32.051,60	-79.666,43	
2030	-	47.266,32	31.414,05	-48.252,38	
2031	-	49.041,08	30.745,77	-17.506,62	
2032	-	50.815,85	30.052,30	12.545,68	

Fonte: O autor, (2023).

Logo, estima-se que em 8 anos e 5 meses o valor investido será coberto pela economia gerada pelo sistema de aproveitamento de água da chuva projetado.

CONCLUSÃO

A capacidade de armazenamento do sistema de água da chuva proposto, além de considerar a estimativa de demanda de água não potável e área de captação disponível, considerou também aspectos como, a viabilidade financeira de investimento no projeto e disponibilidade de espaço físico para instalação do sistema.

Portanto, o sistema de aproveitamento de água da chuva apresentado neste trabalho não pretende atender a toda demanda de água não potável do Complexo do Centro Cultural da UERJ, mas sim, gerar uma economia ao reduzir o consumo de água potável na instituição.

O presente trabalho revelou que o sistema de aproveitamento de água da chuva projetado se mostra capaz de reduzir o consumo de água potável a partir do aproveitamento da água da chuva. Além disso, o sistema projetado pode auxiliar na redução de vazões ao sistema de microdrenagem urbana na bacia de estudo. Desse modo, considera-se o projeto de aproveitamento de água da chuva como uma iniciativa de sustentabilidade, e de inovação em instituições de ensino, na medida em que se propõe a garantir o uso indiscriminado dos recursos hídricos, relacionado a economia financeira e a divulgação do projeto nas atividades de ensino, pesquisa e extensão, além de promover a medida como instrumento de conscientização para o uso racional da água.

Algumas variáveis estimadas neste trabalho possivelmente poderiam ser melhor apuradas, a fim de chegar em resultados mais precisos, como:

- Quantificação da população diária flutuante que frequenta o CCC.
- Frequência de utilização e vazão dos aparelhos sanitários utilizados no CCC.
- Coeficiente de escoamento dos diferentes materiais que compõe a cobertura da edificação.
- Orçamento de insumos que estão fora do escopo do projeto.
- Levantamento detalhado do custo com mão de obra, dos custos diretos e indiretos e do BDI.

Evidencia-se, como sugestão para trabalhos futuros, os seguintes estudos:

- Avaliar a qualidade da água coletada na cobertura do CCC.
- Avaliar a eficácia do Sistema de *First Flush* projetado.

- Verificar a frequência de utilização e vazão dos aparelhos sanitários utilizados no CCC e estimar a economia de água gerada por trocar os aparelhos sanitárias com válvula de descarga para aparelhos com caixa acoplada.
- Analisar o retorno financeiro gerado pelo sistema de aproveitamento de água da chuva e comparar com a estimativa de retorno financeiro apresentada neste trabalho.
- Realizar *As built*, após instalação do sistema, e estudar as implicações das possíveis diferenças entre o sistema executado e o sistema projetado.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. D.; SOUZA, C. M.; ALMEIDA, J. C. A.; BASTOS, G. P.; DOMINGOS, R. R.; SILVA, G. N.; BILA, D. M.; OHNUMA JR, A. A. **Avaliação da qualidade da água de chuva do fenômeno first flush e de volumes armazenados em reservatórios de sistemas de águas pluviais na cidade do Rio de Janeiro-RJ.** Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, v. 9, p. 193-204, 2021.

ANDREIA VERDÉLIO (Brasília). Repórter da Agência Brasil. **Previsão de inflação do mercado financeiro sobe para 6,01% em 2023:** estimativa de expansão da economia é de 0,9%, diz bc. Estimativa de expansão da economia é de 0,9%, diz BC. 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-04/previsao-de-inflacao-do-mercado-financeiro-sobe-para-601-em-2023>. Acesso em: 05 jul. 2023.

ANNECCHINI, Karla Ponzo Vaccari. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis da Cidade de Vitória (ES).** 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

AREAS DE ALMEIDA, J.C.; MOREIRA DE SOUZA, C.; DELDUQUE ALVES, L.; BASTOS, P.G.; DE OLIVEIRA, F.G.; NUNES DA SILVA, G.; OHNUMA JR, A.A.; BILA, D.M. **Análise da qualidade da água da chuva conforme as estações do ano na cidade do Rio de Janeiro-RJ.** In: XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Foz do Iguaçu, PR. 24 a 28 nov 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2020. 55 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Aproveitamento de água da chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos. 2 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2019. 10 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16782: Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes. 1 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2019. 22 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações. 1 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2019. 19 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16098: Aparelho para melhoria da qualidade da água para consumo humano - Requisitos e métodos de ensaio. 1 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2012. 34 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. 1 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 1989. 13 p.

AYRES FILHO, C. **Acesso Ao Modelo Integrado Do Edifício.** Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

BARCELOS, Hérmance Nunes Martins de; CUNHA, José Victor Marconi; ARAUJO, Vinícius Conceição de. **A Metodologia BIM Aplicada no Planejamento Orçamentário de Obras Residenciais Unifamiliares.** 2021. 35 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estácio de Sá, Niterói, 2021.

BRASIL. UNESCO. (org.). **O manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco:** relatório mundial das nações unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos 4. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 4. 2012. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/rio_20/wwdr_4-fatos-e-dados.pdf. Acesso em: 24 abr. 2023.

BRASIL. Portaria MS nº 888, de 04 de maio de 2021. Portaria Gm/Ms Nº 888, de 4 de Maio de 2021. Brasília: Ministério da Saúde, 2021.

Brasil. Portaria MS nº 518/2004. **Portaria MS N.º 518/2004** ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

CARVALHO, Fabio Santos. **Aproveitamento de Água da Chuva:** Estudo De Viabilidade Técnica Para UERJ. 2018. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2018.

CARVALHO JUNIOR, Roberto de. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias:** Princípios básicos para elaboração de projetos. São Paulo: Blucher, 2014.

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da Metodologia BIM para a Compatibilização de Projetos.** 2013. 84 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2013.

CRUZ, Tairine Cristine Bertola (org.). **Arquitetura e Engenharia:** ensaios multidisciplinares. Ponta Grossa: Aya Editora, 2022. 177 p.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de Custos:** uma metodologia de orçamentação para obras civis. Rio de Janeiro: Sindicato dos Editores de Livros, 2003. 189 p.

GONZÁLEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de orçamento e planejamento de obras.** São Leopoldo, 2008.

HERRMANN, T.; SCHMIDA, U. (1999). **Rainwater utilisation in Germany:** efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. Urban Water.

IBRAIM, Bernardo; DRUMMOND, Daniel; CRESPO, Gabriela Pizarro; ALVARES, Grazielle Barbosa; CAMPOS, Sofia Moreira. **Engenharia de Custos e Orçamentos:** estudo de custos de implantação edifício residencial. 2013. 64 f. TCC (Graduação) -

Curso de Engenharia de Custos e Orçamentos, Instituto de Educação Tecnológica, Belo Horizonte, 2013.

KOELLN, Friedrich Pfeifer. **Tecnologia BIM na construção civil:** composição de custo direto. 2015. 92 folhas. (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2015.

LAURINDO, Danielle Soares. **Projeto de um sistema de aproveitamento de águas pluviais considerando cenários de mudanças climáticas.** 2023. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

LIMA, C. C. N. A. **Autodesk Revit 2012:** Conceitos e aplicações. São Paulo: Érica, 2011.

LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2017. 244p.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Manual das Instalações Hidráulicas e Sanitárias.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1990.

MARTINI, Gustavo. **BIM e as políticas públicas no Brasil.** Disponível em: <<https://www.gmarquiteturaengenharia.com/single-post/2018/03/10/BIM-E-AS-POLITICAS-P%C3%9ABLICAS-DOBRASIL>> Acesso em: 24 set. 2020.

MATTOS, Aldo D. **Como preparar orçamentos de obras:** dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos. 1. ed. São Paulo: Pini, 2006.

MIRANDA, Rian das Dores de; SALVI, Levi. **Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, 2019.79-98 p.v.7.

MOREIRA DE SOUZA, C.; DELDUQUE ALVES, L.; AREAS DE ALMEIDA, J.C.; BASTOS, P.G.; SILVA FONSECA, F.F.; NUNES DA SILVA, G.; ROSAS, D.F.; OHNUMA JR, A.A.; BILA, D.M. **Influência da Sazonalidade na Concentração de Poluentes em um Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva.** In: XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Foz do Iguaçu, PR. 24 a 28 nov 2019.

ROSSO, S. M. Especial - BIM: quem é quem. São Paulo: jul. 2011. v. 208 apud GILDA LÚCIA BAKKER BATISTA DE MENEZES. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM.** Natal: Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, 2011. 152-171 p.v.18.

SANT'ANA, D.; AMORIM, C. N. D. **Reúso de água em edificações:** premissas e perspectivas para o contexto brasileiro. Sistemas Prediais, São Paulo, v.2, n.1, Setembro, p.32-37. 2007

SANT'ANA, Daniel Richard; MEDEIROS, Lídia Batista Pereira. **Aproveitamento de Águas Pluviais e Reúso de Águas Cinzas em Edificações:** padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção. Brasília: Instituto Central de Ciências, 2017.

SANT'ANNA, Rafaella; MIRANDA, Robson; CÉSAR, Larissa; SANT'ANA, Daniel. **TERRA: qualidade de vida, mobilidade e seguranças nas cidades.** Paraíba: Editora Universitária da Ufpb, 2013.

SIENGE. Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM. 2020. Ecossistema de soluções e conteúdo da construção civil. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>> Acesso em: 02 de Julho de 2023.

SISTEMA ALERTA RIO. Relatório Anual de Chuvas Para a Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.sistema-alerta-rio.com.br/dados-meteorologicos/download/dados-pluviometricos/>>

SOUZA, Luan Alves de et al. Metodologia BIM na construção civil. Arquitetura e Engenharia: ensaios multidisciplinares, [S.L.], n. 7, p. 99-112, 8 abr. 2022. AYA Editora. Disponível em: <https://ayaeditora.com.br/wp-content/uploads/Livros/L135C7.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2023.

TAVES, Guilherme Gazzoni. Engenharia de Custos Aplicada à Construção Civil. 2014. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

THAME, Antônio Carlos de M. A Cobrança pelo uso da água na agricultura. São Paulo: Iqual, 2000.

THOMAS, T; McGEEVER, B.; Underground storage of rainwater for domestic use including construction details of a low-cost cistern and pumps. Working Paper n. 49, 1997.

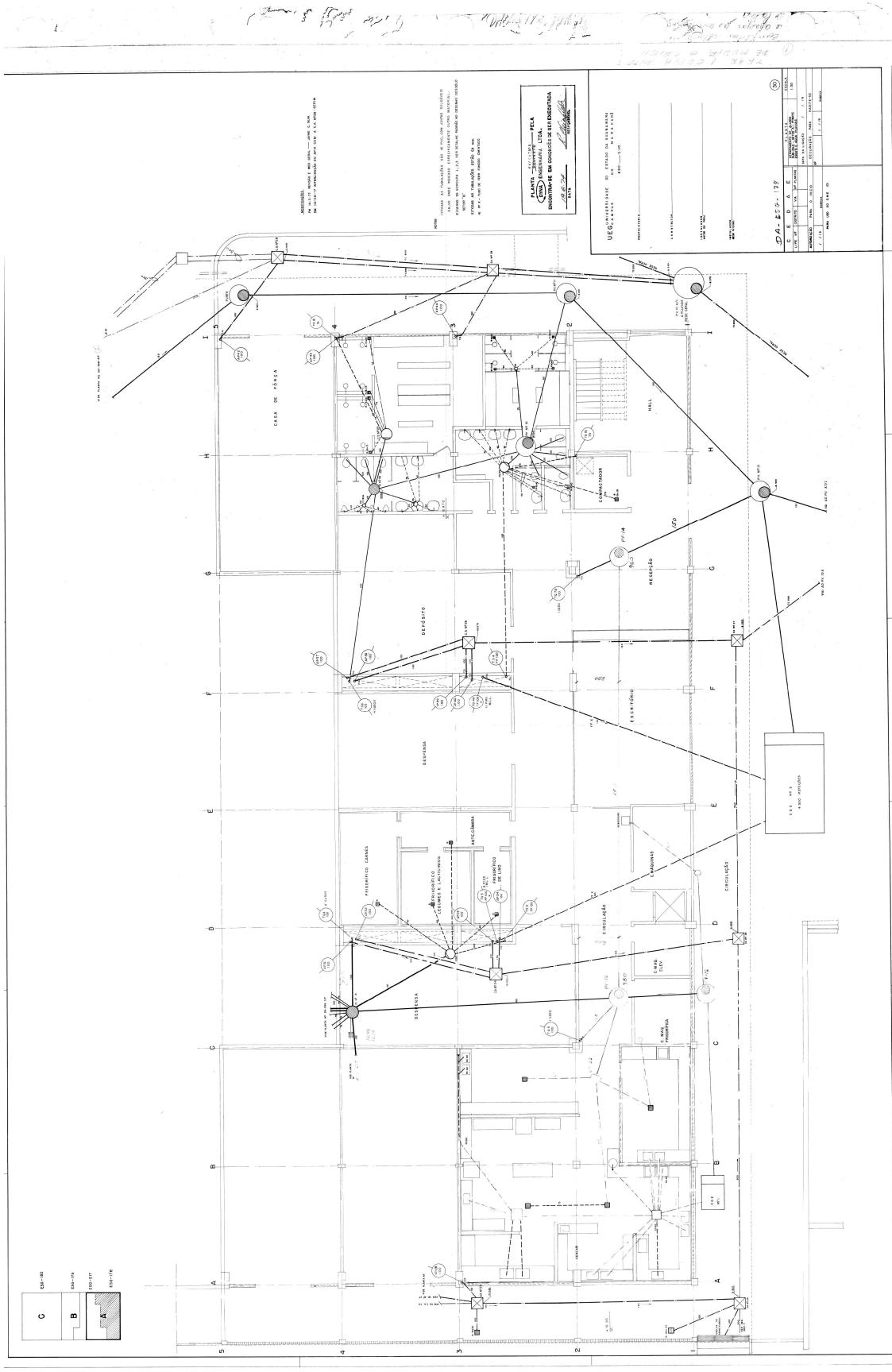
TISAKA, Maçahiko. Orçamento na construção civil. São Paulo: Pini, 2006.

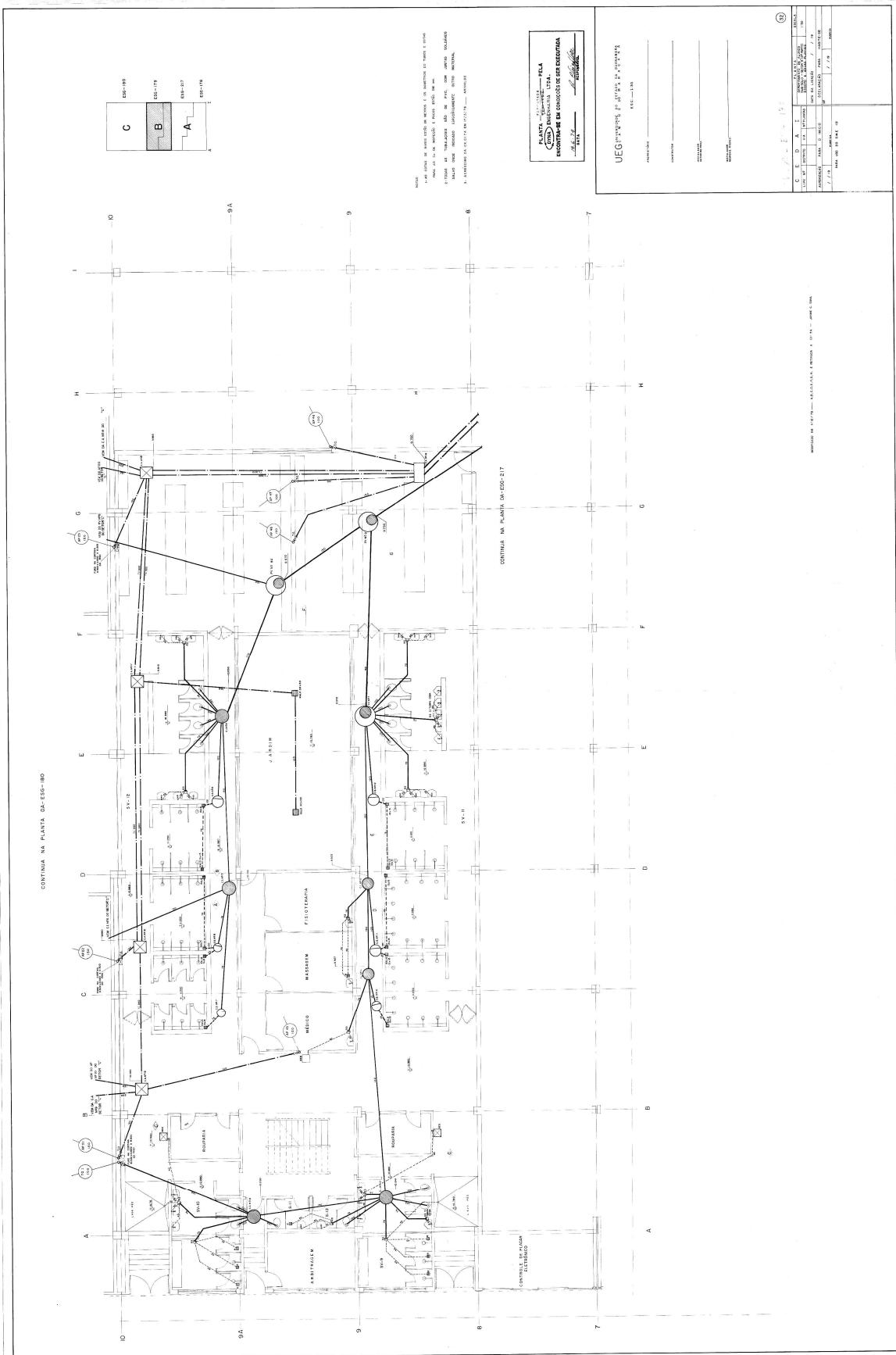
TOMAZ, Plínio. Previsão de Consumo de Água: interface nas instalações prediais de água e esgoto com serviços públicos. São Paulo: Navegar, 1999.

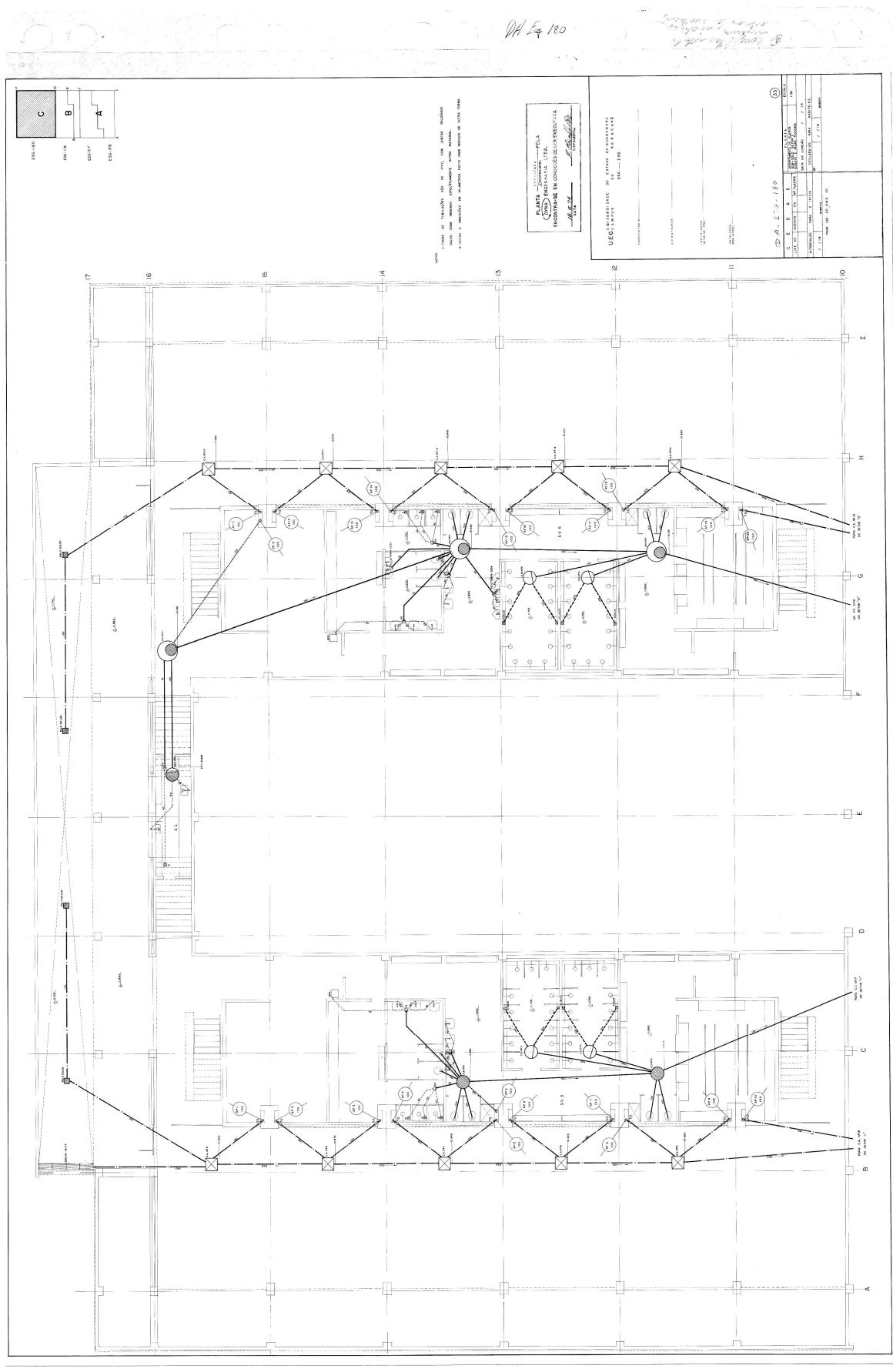
USP. Sistemas Prediais de Águas Pluviais. Disciplina PCC 3461 - Sistemas Prediais. 1. Universidade de São Paulo. 2019. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4535394/mod_resource/content/6/%C3%81guas%20Pluviais%202019%20SQ.pdf>. Acesso em 29 de julho de 2023.

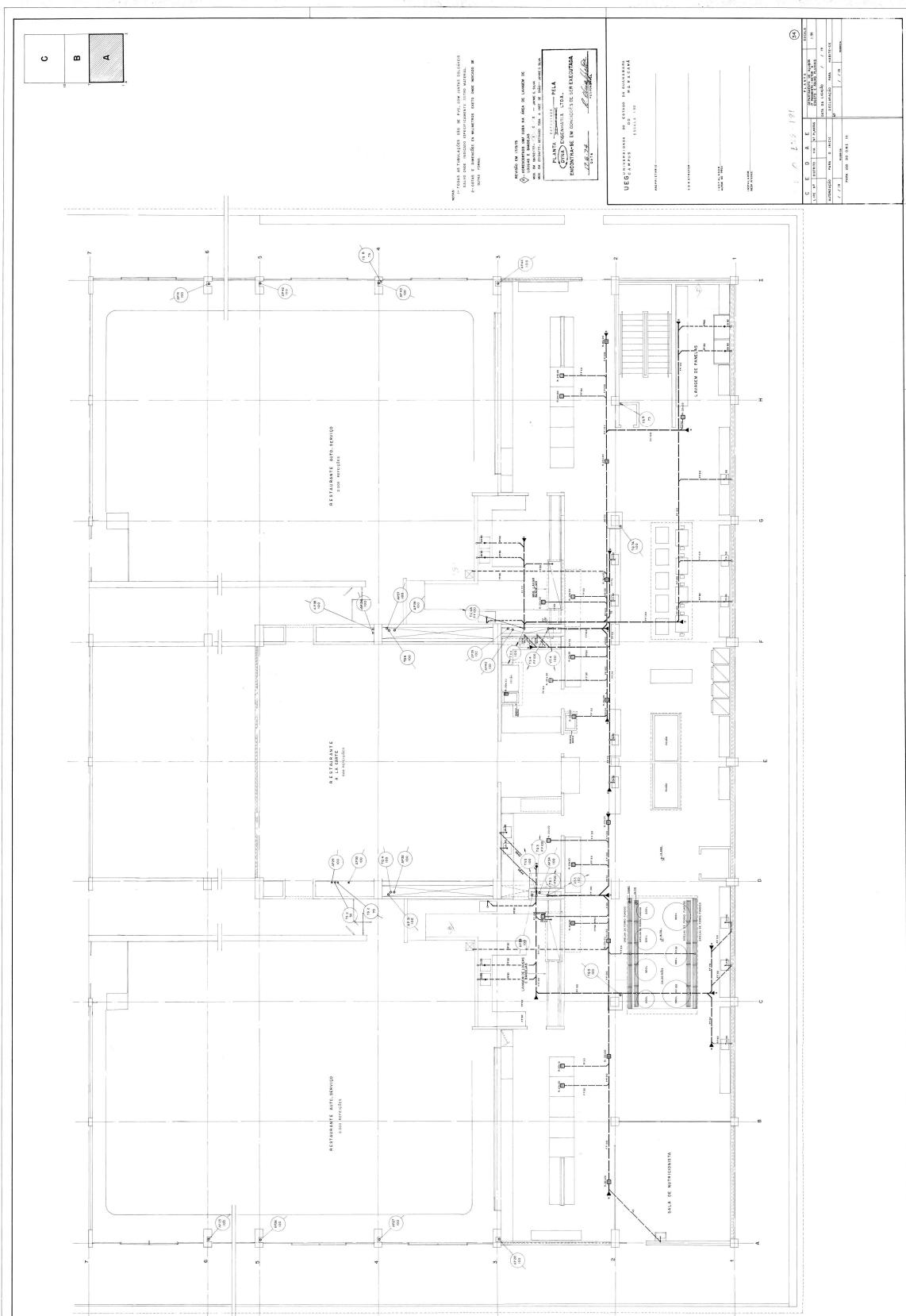
VEIGA, Danilo Ferreira; CRUVINEL, Karla Alcione da Silva; TAPIA, Yuliana Menco. Análisis del Consumo de Agua en Edificaciones de una Universidad Federal de Brazil. Tecno-Lógica: Santa Cruz do Sul, Goiânia, v. 26, n. 2, p. 139-146, 03 set. 2022.

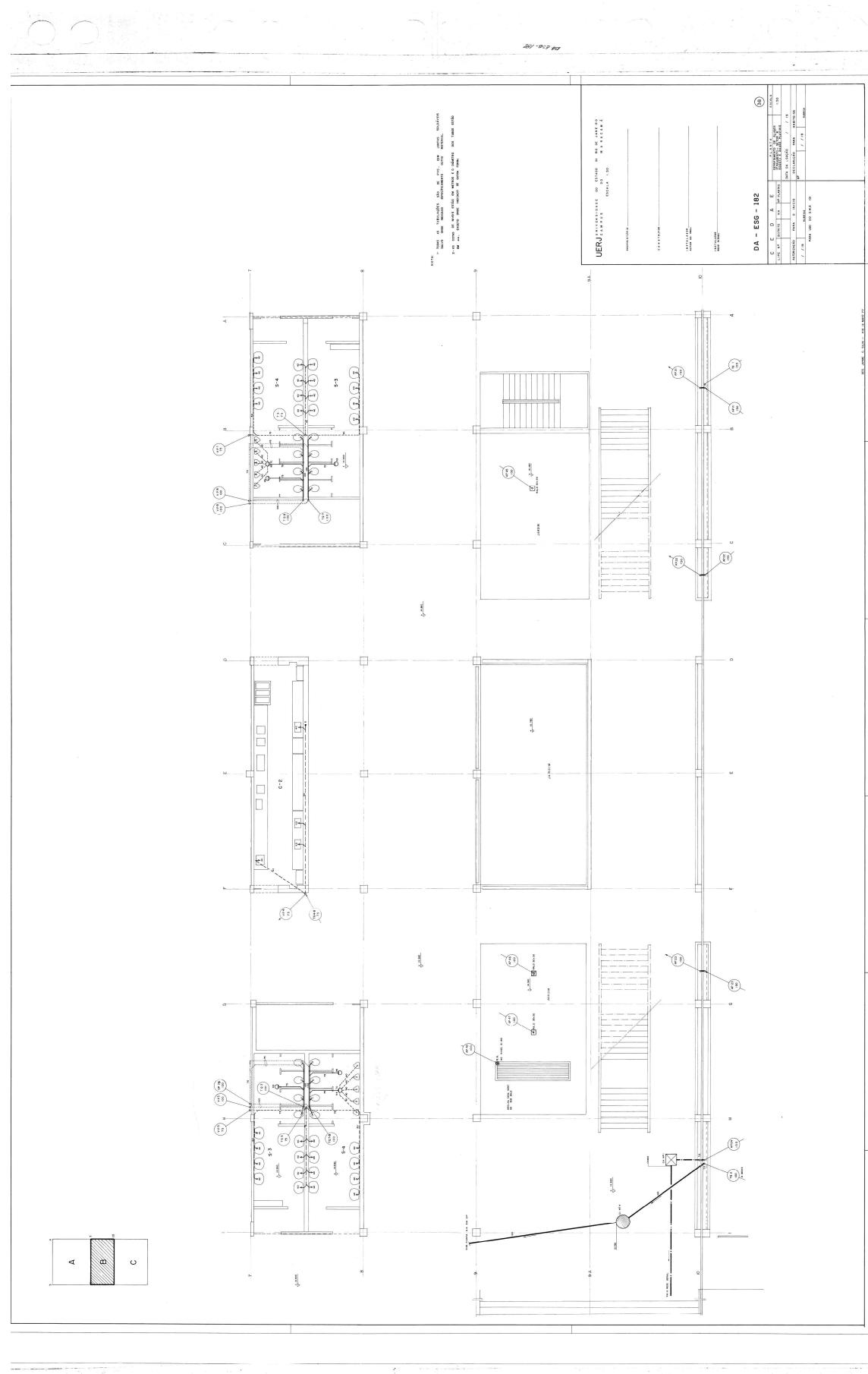
ANEXO A – Plantas Baixas para levantamento dos aparelhos sanitários do CCC e áreas de piso do RU

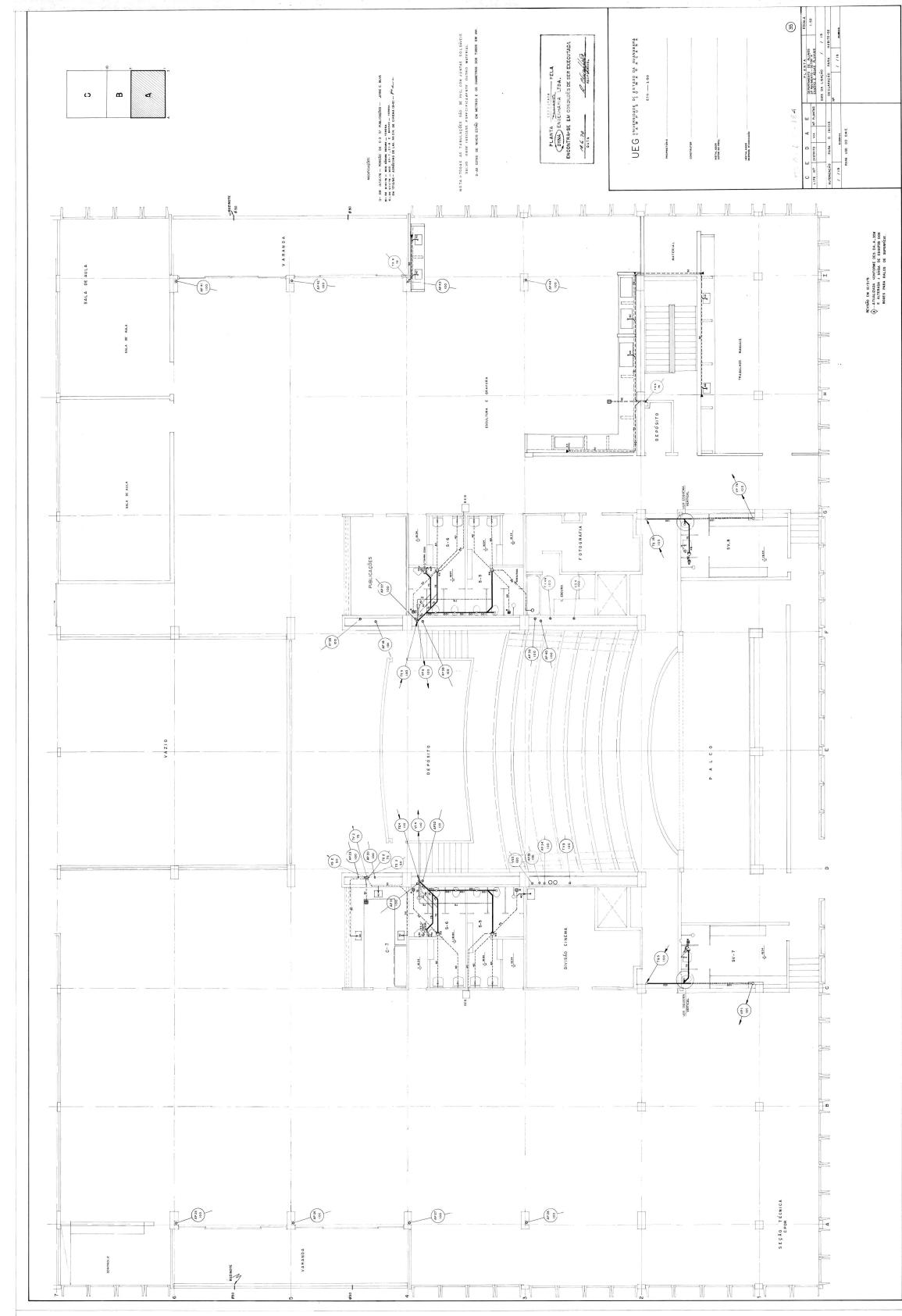


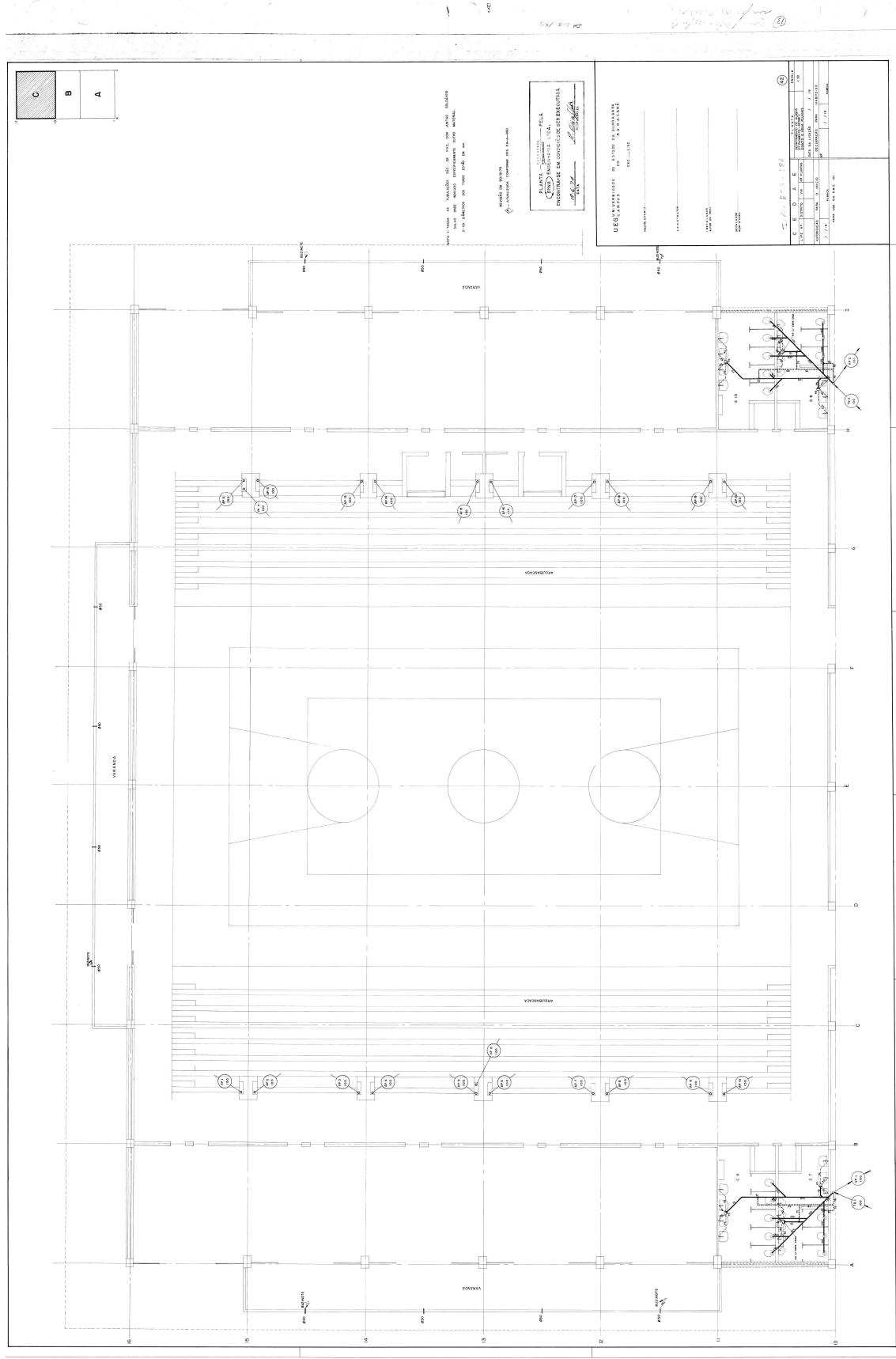












APÊNDICE A – Pesquisa de mercado dos insumos ausentes na tabela da SINAPI

A pesquisa de mercado de todos os insumos listados neste anexo foi realizada no dia 30 de Junho de 2023.

- Tubo PVC Série Normal:

Tubo PVC Para Esgoto Série Normal 6 Metros 200mm -
Tigre - Referência: 11032036

R\$ 673,70

Ver formas de pagamento

Calcule o Frete:

Não sabe o CEP?

Link: <https://www.lojaagrometal.com.br/produto/tubo-pvc-para-esgoto-serie-normal-6-metros-200mm-tigre-referencia-11032036-84863>

Digite o que você busca

Código ADM:2702

Tubo PVC de Esgoto Série Normal 200mm Barra 6 metros

TIGRE

Seja o primeiro a avaliar!

por R\$ 660,05

Selecionar a Quantidade:
BR - 1 +

Link: <https://eletricaserpal.com.br/produto/2702-tubo-pvc-de-esgoto-serie-normal-200mm-barra-6-metros>

The screenshot shows a search bar with the placeholder "Digite sua busca aqui". Below it is a button labeled "Informe seu CEP Alterar". The navigation menu includes "Home", "Materiais Hidráulicos", "Evacuação de Água", and "Tubos de Esgoto SN". A large image of a white PVC sewer pipe is displayed. To its right, the product details are shown: "Tubo Esgoto Série Normal PVC 6m DN200 Fortlev". Price boxes show "Preço Varejo R\$ 499,00 un" and "Preço Atacado R\$ 499,00 R\$ 449,10 un". A quantity selector shows "1" with minus and plus buttons. An orange "Adicionar ao carrinho" button is present. Below the product are the brand "Marca: FORTLEV" and SKU "SKU: 89407752".

Link: https://www.obramax.com.br/tubo-esgoto-serie-normal-pvc-6m-dn200-fortlev-89407752/p?region_id=138913&gclid=CjwKCAjw-vmkBhBMEiwA1rMeF1i4DSG9aPxJ8LXKjr6wbeUIOMKK0_c9qowRcY4AGmHhArQI3gN7vBoCiJAQAvD_BwE

- Caixa d'água de polietileno, 5.000 Litros:

The screenshot shows the Leroy Merlin website header with links for "Rio de Janeiro | Lojas", "Compre pelo telefone (somente vendas): 4007-1380 (Capitais) - 0800-602-1380 (Demais regiões)", "Dicas de segurança", "Precisa de ajuda?", and social media links. The main search bar has the placeholder "O que você procura na Leroy Merlin?". The navigation menu includes "Departamentos", "Decore sua Casa", "Tendências", "Ofertas", "Projetos", "Dicas", "Serviços", and "Programa de Fidelidade". The breadcrumb navigation shows "Home > Materiais de Construção > Caixas d'Água > Caixas d'água > Caixa d'água Polietileno 5.000L Azul Fortlev". The product page for "Caixa d'água Polietileno 5.000L Azul Fortlev" shows a 5-star rating (5.0 (1)), code 89966721, and a large image of the blue tank. To the left is a sidebar with icons for "Lista de FAVORITOS", "Lista de COMPRAS", "Lista de PROJETOS", and "Lista de DICA". The price is listed as "R\$ 2.839,00 /cada". Payment options include "Comprar e receber" and "Comprar e retirar". A "Calcule seu frete" section allows entering a CEP (zip code) and notes that the product is not available for delivery. A green "Estoque na Loja física" button is at the bottom.

Link: https://www.leroymerlin.com.br/caixa-dagua-polietileno-5-000l-azul-fortlev_89866721

Caixa D'Água com Tampa 5000L



Opções de compra

Sobre esses resultados ⓘ

R\$ 2.799,00

A data e o custo da entrega são mostrados na etapa de pagamento
Até 7 dia(s)

Entrega

Entregue por Obramax -
Atacado Da Construção

R\$ 2.649,00 R\$ 2.649,00/ct

Até 7 dia(s)

9,3 km · Fecho em breve às 21:00

• Em estoque

• Obramax - Atacado Da
Construção

Site

Rotas

Link: https://www.obramax.com.br/?gclid=CjwKCAjw-vmkBhBMEiwA1rMeF216ANsrNek-gpkohEeizzwlLriCOpEyZjjsi53mDWRK59HahPkiyNBoC7BMQAvD_BwE

madeiramadeira

Compre pelo Whatsapp Televendas 0800 080 0099 Entrar Favoritos Carrinho

Departamentos ▾ Por Ambiente ▾ Móveis ▾ Frete Grátis SP Ofertas do Dia Blog da Madeira Linha Exclusiva Lojas Físicas

CASHBACK EM COMPRAS PELO APP [baixe o app](#) **3% DE CASHBACK!**

Página inicial > Materiais Hidráulicos > Caixas De Água > Caixa D'Água 5.000L Fortlev

Caixa D'Água 5.000L Fortlev Azul

5 | 4 avaliações ID: 1635309

Compartilhar Adicionar aos favoritos

R\$ 3.057,65 15% **R\$ 2.599,00**

à vista no cartão ou Pix ou R\$ 2.599,00 em 10x sem juros

[Adicionar](#) [Comprar](#)

[Principais informações >](#)

Link: https://www.madeiramadeira.com.br/caixa-d-agua-5-000l-fortlev-1635309.html?origem=pla-1635309&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_content=caixas-de-agua-4210&utm_term=&utm_id=19931799067&gclid=CjwKCAjw-

[vmkBhBMEiwA1rMeF8Jvtra4wlWAiiYQSe2NAswb5oxoiz7jdRSFdE9NDcbtjPz0g1Nse
xoC8iIQAvD_BwE](https://www.cec.com.br/material-hidraulico/caixas-d-agua/caixas-d-agua/acima-de-3-000-litros/tanque-em-polietileno-com-tampa-15-000-litros-azul?produto=1231483&idpublicacao=791d2005-d206-4804-b297-71cab438caf1&qclid=CjwKCAjw_vmkBhBMEiwA1rMeF6Mvh_yIWadTsF_7fGZHISK95G0c1tH6fyqbMxvV8ZY9i3VEmUYdKRoC1aIQAvD_BwE)

- Reservatório de 15.000 Litros:



The screenshot shows a product page for a blue polyethylene tank. The tank is labeled 'FORTLEV.' and has a capacity of 15,000 liters. The price is listed as R\$ 9.479,99, with a financing option of R\$ 790,00 per month over 12 installments. The page includes a 'Comprar' button and a rating section.

Link: [vmkBhBMEiwA1rMeF6Mvh_yIWadTsF_7fGZHISK95G0c1tH6fyqbMxvV8ZY9i3VEmUYdKRoC1aIQAvD_BwE](https://www.cec.com.br/material-hidraulico/caixas-d-agua/caixas-d-agua/acima-de-3-000-litros/tanque-em-polietileno-com-tampa-15-000-litros-azul?produto=1231483&idpublicacao=791d2005-d206-4804-b297-71cab438caf1&qclid=CjwKCAjw_vmkBhBMEiwA1rMeF6Mvh_yIWadTsF_7fGZHISK95G0c1tH6fyqbMxvV8ZY9i3VEmUYdKRoC1aIQAvD_BwE)



The screenshot shows a product page for a blue Acqualimp water tank with a capacity of 15,000 liters. The price is listed as R\$ 10.743,17, with a financing option of R\$ 10.743,17 per month over 10 installments. The page includes a 'Compartilhar' (Share) button, a 'Adicionar aos favoritos' (Add to favorites) button, and a 'Comprar' (Buy) button.

Link: <https://www.madeiramadeira.com.br/tanque-de-agua-15-000l-acqualimp-1762816.html?>



The screenshot shows a product page for a blue water tank. The main image is a large, vertical cylindrical tank with a dark blue finish and a textured surface. The brand name "FORTLEV" is printed in white on the front. The product title is "Tanque de água 15.000L Fortlev Azul". Below the title, it says "★★★★★ 5 | 1 avaliações ID: 1762812". The price is listed as "R\$ 8.399,00" with a note that it's 15% off from the original price of "R\$ 9.881,18". There are buttons for "Adicionar" (Add to cart) and "Comprar" (Buy). A "CASHBACK" banner at the top offers "3% DE CASHBACK!".

Link: https://www.madeiramadeira.com.br/tanque-de-agua-15-000l-fortlev-1762812.html?origem=pla-1762812&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_content=caixas-de-agua-4210&utm_term=&utm_id=19931799067&qclid=CjwKCAjwvmkBhBMEiwA1rMeFy4Pa9uYNQhW1_55i-dVTn5YVkoA7gQAWBfSrGfZox-j_seCau6XRoCdW0QAvD_BwE

- CAP 150mm, Série Normal

OBRAMAX
ATACADO DE CONSTRUÇÃO

Digite sua busca aqui 

Entre ou Cadastre-se | Meus pedidos |  Meu Carrinho

Informe seu CEP [Alterar](#)

Todos os departamentos | Academia de Profissionais | Blog do Max | Max por Menos

Home > Materiais Hidráulicos > Evacuação de Água > Conexões de Esgoto SN



Cap Esgoto Série Normal PVC DN 150 Tigre

Marca: TIGRE SKU: 89039881

Preço Varejo R\$ 41,90 un	Preço Atacado R\$ 39,24 un
Preço atacado - acima de 6.00 un	

Link: <https://www.obramax.com.br/cap-esgoto-serie-normal-pvc-dn-150-tigre-89039881/p>

Rio de Janeiro | Lojas Compre pelo telefone (somente vendas): 4007-1380 (Capitais) - 0800-602-1380 (Demais regiões). Dicas de segurança Precisa de ajuda?

LEROY MERLIN O que você procura na Leroy? 

Departamentos Decore sua Casa Tendências Ofertas Projetos Dicas Serviços Programa de Fidelidade

Home > Materiais Hidráulicos > Canos e Conexões Hidr... > Tipo de Conexão > Conexões para Esgoto > Cap PVC para Esgoto 1...

Cap PVC para Esgoto 150mm ou 6" Plastilit

★★★★★ 4.1 (9) Cód. 87961412



  Lista de Favoritos

OFERTA	-4% à vista no pix
R\$ 22,00/cada	
R\$ 21,12 /cada	

R\$ 22,00 em até 1x de R\$ 22,00 sem juros
Vendido e entregue por Efáclil
[Formas de pagamento](#)

Comprar e receber ou **Comprar e retirar**

Calcule seu frete
CEP: Ex: 00000-000 

Link: https://www.leroymerlin.com.br/cap-pvc-para-esgoto-150mm-ou-6-plastilit_87961412

Parcela em até 12x Cartão C&C

Whatsapp C&C atende Nossas lojas

C&C casa & construção

O que você procura?

Todos Departamentos Ofertas Pisos e Revestimentos Material de Construção Ferramentas Iluminação Metais e Acessórios Cartão C&C

HOME MATERIAL HIDRÁULICO TUBOS E CONEXÕES CAP CAP DE ESGOTO 150MM BRANCO

Tigre

Cap de Esgoto 150mm Branco

Cód: 696153

★★★★★ 1 Avaliação

R\$ 78,79 un

Quantidade: (un)

- 1 +

Comprar

Link: https://www.cec.com.br/material-hidraulico/tubos-e-conexoes/cap/cap-de-esgoto-150mm-branco?produto=1052017&idpublicacao=791d2005-d206-4804-b297-71cab438caf1&qclid=CjwKCAjw-vmkBhBMEiwAlrMeFznT1HxbWg-OJphWNNwfQ7sdOKc5NwqmLbThhWFVKVCZBSNqMghC-hoCkggQAvD_BwE

- CAP 200mm, Série Normal:

americanas

busque aqui seu produto

olá, faça seu login ou cadastre-se

informe seu CEP pra sua empresa baixe o app entrega rápida nossas lojas dinheiro de volta lojas oficiais marcas próprias serviços oferta do dia

todos os departamentos mercado celulares eletrodomésticos informática tv e home theater eletroportáteis móveis outlet

página inicial > casa e construção > materiais hidráulicos > tubos e conexões > conexão para água fria

favoritar compartilhar

Cap Tampa 200mm Para Esgoto Pvc

★★★★★ 5.0 (1 avaliação) faça a 1ª pergunta

Cap Tampa 200mm Para Esgoto Pvc Injetado Características: Produzidos em pvc conforme a norma abnt nbr 5688. Os Tubos, Conexões e Caixas Sifonadas são as peças que compõem a Linha Esgoto para coletar e conduzir os despejos provenientes das águas residuais.

mais informações

política de troca e devolução

R\$ 56,99

mais formas de pagamento

calcular frete e prazo

Digite seu CEP ok

quantidade: 1 unidade

comprar

Este produto é vendido por PN COMERCIAL e entregue por Americanas, que garante a sua compra, do pedido à entrega. saiba mais

Link: https://www.americanas.com.br/produto/2435561202/cap-tampao-200mm-para-esgoto-pvc?=&epar=bp_nb_ov_go_dsa_vt_casaconstrucao_desk&utm_medium=buscappc&utm_source=google&utm_campaign=marca%3Acom%3Bmidia%3Abuscappc%3Bformato%3Anobranding%3Bsubformato%3Aobjvenda%3Bidcampanha%3Adsa_vt_casaconstrucao_desk&opn=YSMESP&WT.srch=1&qclid=CjwKCAjw-vmkBhBMEiwAlrMeF1N7wZ51uRZcPhCOhdIYbAVEMQESx6wNshgl09XhLTxeo2P2rJg_zxoCh4UQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds#card-reviews-title

Você também pode gostar: cilindro de nitrogênio - calandra manual - fumegador - cilindro de argônio - talhadeira - regua de pedreiro

Buscar produtos, marcas e muito mais... | Buscar

Disney+ STAR+ Assine o nível 6 a partir de R\$ 17,99 INCLUIDOS

Enviar para Rafael Travessa Cascavel 142 Categorias Ofertas do dia Histórico Supermercado Moda Vender Contato Rafael Compras Favoritos 4 1000

Novo | +500 vendidos

Cap Tampão 200mm Para Esgoto Pvc

★ ★ ★ ★ (17)

R\$ 69,99

R\$ 62,29 11% OFF

em 3x R\$ 20,76 sem juros

Ver os meios de pagamento

Chegará entre segunda-feira e terça-feira por R\$ 22,41 R\$ 24,99 FULL

Benefício Mercado Pontos

Ver mais formas de entrega

Retire entre segunda-feira e terça-feira em uma agência Mercado Livre por R\$ 21,33 R\$ 23,76

Benefício Mercado Pontos

Ver no mapa

Link: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1376920388-cap-tambo-200mm-para-esgoto-pvc-_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=49f5b593-2855-46ad-98fc-ff7ab9edc83c

FRETE GRÁTIS NAS COMPRAS ACIMA DE R\$ 299,90. Válido para todo o Brasil!

**toca
obra**

Buscar | Compre pelo Whatsapp | Entre ou cadastre-se |

Todas as categorias | Promoções | Frete grátis | Blog Toca Obra | Quero ser lojista

Home > Cap Esgoto Série Normal 200mm - 0598 - Krona - Unitário

Cap Esgoto Série Normal 200mm - 0598 - Krona - Unitário

Seja o primeiro a avaliar este produto Cód.: 7798099

R\$ 133,27

ou em até 2x de R\$ 66,64

R\$ 126,61 à vista com 5% de desconto

Mais formas de pagamento

Produto em estoque Vendido e entregue por: CONSTRUIR Baraúna - RN Ver loja

Quantidade - 1 +

Comprar

Frete e prazo de entrega

CEP Calcular

Link: <https://www.tocaobra.com.br/cap-esgoto-serie-normal-200mm-0598-krona-unitario>

- Joelho 45° 100mm, Série Normal:

Encontre a loja mais próxima AQUI SUA OBRA NÃO PARA! Orçamento [Solicite agora!](#)

OBRAMAX
ATACADO DE CONSTRUÇÃO

Digite sua busca aqui

Informe seu CEP [Alterar](#)

Entre ou Cadastre-se | Meus pedidos | Meu Carrinho

Todos os departamentos | Academia de Profissionais | Blog do Max | Max por Menos

Home > Materiais Hidráulicos > Evacuação de Água > Conexões de Esgoto SN

Joelho 45 Esgoto Série Normal PVC DN 100 Fortlev

Marca: FORTLEV SKU: 89289431

Preço Varejo R\$ 8,25 un	Preço Atacado R\$ 7,17 un
------------------------------------	-------------------------------------

Preço atacado - acima de 16.00 un

Conteúdo da embalagem: 1 un por caixa

Em loja ou para retirar: 1152.00 UN / Para entrega: 1152.00 UN

Link: https://www.obramax.com.br/joelho-45-esgoto-serie-normal-pvc-dn-100-fortlev-89289431/p?gclid=CjwKCAjw-vmkBhBMEiwAlrMeF1yFpGyFxI_z8S0ZBDv_wC4e0482o55eS5MRZyP8Amg9FIsl9cFjvxoCAowQAvD_BwE

Rio de Janeiro | Lojas Compre pelo telefone (somente vendas): 4007-1380 (Capitais) - 0800-602-1380 (Demais regiões). Dicas de segurança Precisa de ajuda?

LEROY MERLIN

O que você procura na Leroy Merlin?

Departamentos Decore sua Casa Tendências Ofertas Projetos Dicas Serviços Programa de Fidelidade

Home > Materiais Hidráulicos > Canos e Conexões Hidráulicas > Tipo de Conexão > Conexões para Esgoto > Joelho 45° PVC para E...

Joelho 45° PVC para Esgoto 100mm ou 4" Tigre

★★★★★ 5.0 (8) Cód. 85228010





OFERTA -5%

R\$ 7,57/cada

R\$ 7,19 /cada

R\$ 7,19 em até 1x de R\$ 7,19 sem juros
Vendido e entregue por Decar Home Center

[Formas de pagamento](#)

Comprar e receber ou **Comprar e retirar**

Calcule seu frete
CEP: Ex: 00000-000 [Não sei meu CEP](#)

R\$ 10,89 un + frete

Leroy Merlin

Link: https://www.leroymerlin.com.br/joelho-45o-pvc-para-esgoto-100mm-ou-4-tigre_85228010

Parcele em até 12x Cartão C&C Whatsapp C&C atende Nossas lojas

C&C casa & construção

O que você procura?

Todos Departamentos Ofertas Pisos e Revestimentos Material de Construção Ferramentas Iluminação Metais e Acessórios Cartão C&C

HOME > MATERIAL HIDRÁULICO > TUBOS E CONEXÕES > JOELHO E COTOVELO > JOELHO 45° PARA ESGOTO 100MM BRANCO

Tigre

Joelho 45° para Esgoto 100mm Branco

Cód: 30546





R\$ 13,49 un

Quantidade: (un) - 1 +

Comprar

Link: <https://www.cec.com.br/material-hidraulico/tubos-e-conexoes/joelho-e-cotovelos/joelho-45-para-esgoto-100mm-branco?produto=1034414>

- Joelho 45° 150mm, Série Normal:

OBRAMAX
ATACADO DE CONSTRUÇÃO

Digite sua busca aqui

Entre ou Cadastre-se | Meus pedidos | Meu Carrinho

Informe seu CEP [Alterar](#)

Todos os departamentos | Academia de Profissionais | Blog do Max | Max por Menos

Home > Materiais Hidráulicos > Evacuação de Água > Conexões de Esgoto SN

Joelho 45 Esgoto Série Normal PVC DN 150 Tigre

Marca: TIGRE SKU: 89040105

Preço Varejo R\$ 69,90 un	Preço Atacado R\$ 56,05 un
Preço atacado - acima de 6.00 un	

Link: https://www.obramax.com.br/joelho-45-esgoto-serie-normal-pvc-dn-150-tigre-89040105/p?gclid=CjwKCAjw-vmkBhBMEiwA1rMeF2u4b_iEsvpodMebhDO1rBCbPrxvTYY_7gVy_QYgDLZI4H-Vg0QBB0CwsAQAvD_BwE

Rio de Janeiro | Lojas Compre pelo telefone (somente vendas): 4007-1380 (Capitais) - 0800-602-1380 (Demais regiões). Dicas de segurança Precisa de ajuda?

LEROY MERLIN O que você procura na Leroy?

Departamentos Decore sua Casa Tendências Ofertas Projetos Dicas Serviços Programa de Fidelidade

Home > Materiais Hidráulicos > Canos e Conexões Hidr... > Tipo de Conexão > Conexões para Esgoto > Joelho 45° PVC para E...

Joelho 45° PVC para Esgoto 150mm ou 6" Tigre

★★★★★ (0) Cód. 86242324

OFERTA -60%
R\$ 124,90/cada
R\$ 49,90 /cada

R\$ 49,90 em até 1x de R\$ 49,90 sem juros
Vendido e entregue por Leroy Merlin

Formas de pagamento

Comprar e receber ou **Comprar e retirar**

Calcule seu frete
CEP: Não sei meu CEP
Ex: 00000-000

R\$ 49,90 un Leroy Merlin

Link: https://www.leroymerlin.com.br/joelho-45o-pvc-para-esgoto-150mm-ou-6-tigre_86242324

The screenshot shows a product page for a 'Joelho 45 Esgoto 150mm Amanco' (45° drain elbow 150mm white) on the Magalu website. The product is shown in a large central image. To the left is a smaller thumbnail image. On the right, there's a rating section with five stars and a 'Avaliar produto' (Rate product) button. Below the rating is a note about delivery by 'ABC da Construção'. The price is listed as R\$ 32,84, with a note about payment terms. There are two green buttons: 'COMPRAR AGORA' (Buy now) and 'ADICIONAR À SACOLA' (Add to cart). At the bottom, there's a link to calculate shipping costs.

Link: <https://www.magazineluiza.com.br/joelho-45-esgoto-150mm-amanco/p/cb83k2560d/cj/joeg/>

- Joelho 45° 200mm, Série Normal:

The screenshot shows a product page for a 'Joelho 45° Esgoto 200mm Tigre' (45° drain elbow 200mm Tigre) on the Leroy Merlin website. The product is shown in a large central image. To the left is a smaller thumbnail image. On the right, there's a price of R\$ 174,86/cada, with a note about payment terms. There are two green buttons: 'Comprar e receber' (Buy and receive) and 'Comprar e retirar' (Buy and pick up). Below the buttons, there's a form to calculate shipping costs. At the bottom, there's a summary of the purchase.

Link: https://www.leroymerlin.com.br/joelho-45o-esgoto-200mm-tigre_89757885

abc
da construção

O que você procura?

Olá visitante! Entre Cadastre-se

TODOS OS PRODUTOS Pisos e Revestimentos Louças Metais Móveis Tintas Banho e Aquecimento Ambientes Ofertas

Home > HIDRÁULICO > ESGOTO - SÉRIE NORMAL > ESG NORMAL - CONEXÕES

Joelho 45° Esgoto 200mm Amanco

SKU 27163

por R\$ 126,90
ou em até 2x R\$ 63,45 no cartão de crédito

Compre com pix e tenha 5% de desconto

Quantidade:

Comprar

Link: <https://www.abcdaconstrucao.com.br/produto/joelho-45%C2%B0-esgoto-200mm-amanco-73757>

- Joelho 90° 100mm, Série Normal:

Encontre a loja mais próxima AQUI SUA OBRA NÃO PARA! Orçamento Solicite agora!

OBRAMAX ATACADO DE CONSTRUÇÃO Digite sua busca aqui

Entre ou Cadastre-se | Meus pedidos | Meu Carrinho

Informe seu CEP Alterar

Todos os departamentos | Academia de Profissionais | Blog do Max | Max por Menos

Materiais Hidráulicos > Evacuação de Água > Conexões de Esgoto SN

Joelho 90 Esgoto Série Normal PVC DN 100 Fortlev

Marca: FORTLEV SKU: 89289410

Preço Varejo R\$ 5,50 un	Preço Atacado R\$ 5,05 un
-----------------------------	------------------------------

Preço atacado - acima de 20.00 un

Conteúdo da embalagem: 1 un por caixa

Link: https://www.obramax.com.br/joelho-90-esgoto-serie-normal-pvc-dn-100-fortlev-89289410/p?region_id=138913&qclid=CjwKCAjw-vmkBhBMEiwAlrMeF8i2cx6-iY4ubDqdMIJIUK7kHolRAAFJXGPDqpJwpftQNolc77HQ-BoCvbUQAvD_BwE

Rio de Janeiro | Lojas Compre pelo telefone (somente vendas): 4007-1380 (Capitais) - 0800-602-1380 (Demais regiões). Dicas de segurança Precisa de ajuda?

LEROY MERLIN

O que você procura na Leroy? 

Departamentos Decore sua Casa Tendências Ofertas Projetos Dicas Serviços Programa de Fidelidade

Home > Materiais Hidráulicos > Canos e Conexões Hidr... > Tipo de Conexão > Conexões para Esgoto > Joelho 90° PVC para E...

Joelho 90° PVC para Esgoto 100mm ou 4" Tigre

★★★★★ 4.4 (10) Cód. 85227982





OFERTA -5%
R\$ 6,67/cada
R\$ 6,33 /cada
R\$ 6,33 em até 1x de R\$ 6,33 sem juros
Vendido e entregue por Decar Home Center
[Formas de pagamento](#)

Comprar e receber ou **Comprar e retirar**

Calcule seu frete
CEP Não sei meu CEP
Ex: 00000-000

Link: https://www.leroymerlin.com.br/joelho-90o-pvc-para-esgoto-100mm-ou-4-tigre_85227982

OBRAMAX ATACADO DE CONSTRUÇÃO

Digite sua busca aqui 

 Entre ou Cadastre-se |  Meus pedidos |  Meu Carrinho

Informe seu CEP [Alterar](#) ▾

Todos os departamentos | Academia de Profissionais | Blog do Max | Max por Menos

Home > Materiais Hidráulicos > Evacuação de Água > Conexões de Esgoto SN





Joelho 90 Esgoto Série Normal PVC DN 100 Tigre

Marca: TIGRE SKU: 89040161

Preço Varejo R\$ 6,25 un	Preço Atacado R\$ 6,25 R\$ 5,44 un
------------------------------------	---

Preço atacado - acima de 20.00 un

Conteúdo da embalagem: 1 un por caixa

Em loja ou para retirar: 904.00 UN / Para entrega: 904.00 UN

*Sujeito à disponibilidade de estoque.

Compre junto - 1 +  ADICIONAR AO CARRINHO

Link: <https://www.obramax.com.br/joelho-90-esgoto-serie-normal-pvc-dn-100-tigre-89040161/p>

- Joelho 90° 150mm, Série Normal:

https://www.leroymerlin.com.br/joelho-90o-pvc-para-esgoto-150mm-ou-6-plastilit_87961454

Joelho 90° PVC para Esgoto 150mm ou 6" Plastilit

4.5 (2) Cód. 87961454

R\$ 33,62 /cada

R\$ 33,62 em até 1x de R\$ 33,62 sem juros
Vendido e entregue por Efácil

Formas de pagamento

Comprar e receber ou Comprar e retirar

Calcule seu frete CEP Não sei meu CEP
Ex: 00000-000

R\$ 65,89 un + frete Leroy Merlin

R\$ 33,62 un + frete Efácil

Link: https://www.leroymerlin.com.br/joelho-90o-pvc-para-esgoto-150mm-ou-6-plastilit_87961454

Parcele em até 12x Cartão C&C

Whatsapp C&C atende Nossas lojas

C&C casa & construção

O que você procura?

Todos Departamentos Ofertas Pisos e Revestimentos Material de Construção Ferramentas Iluminação Metais e Acessórios Cartão C&C

HOME • MATERIAL HIDRÁULICO • TUBOS E CONEXÕES • JOELHO E COTOVelo • JOELHO 90° PARA ESGOTO 150MM BRANCO

Joelho 90° para Esgoto 150mm Branco

Tigre Cód: 696170

Avalie agora!

R\$ 85,79 un Quantidade: (un) - 1 +

Comprar

Link: <https://www.cec.com.br/material-hidraulico/tubos-e-conexoes/joelho-e-cotovelos/joelho-90-para-esgoto-150mm-branco?produto=1052019>

OBRAMAX ATACADO DE CONSTRUÇÃO

Digite sua busca aqui

Entre ou Cadastre-se | Meus pedidos | Meu Carrinho

Informe seu CEP [Alterar](#)

Todos os departamentos | Academia de Profissionais | Blog do Max | Max por Menos

Home > Materiais Hidráulicos > Evacuação de Água > Conexões de Esgoto SN

Joelho 90° Esgoto Série Normal PVC DN 150 Fortlev

Marca: FORTLEV SKU: 89518884

Preço Varejo R\$ 42,90 un	Preço Atacado R\$ 38,61 un
------------------------------	-------------------------------

Preço atacado - acima de 8.00 un

Conteúdo da embalagem: 1 un por caixa

Link: https://www.obramax.com.br/joelho-90-esgoto-serie-normal-pvc-dn-150-fortlev-89518884/p?gclid=CjwKCAjwvmkBhBMEiwA1rMeF6HAecBw3EuwVN2dS65YhM7nRNsV5BVORJvBF3_ZZhz8MRXurhUskBoCQHwQAvD_BwE

- Joelho 90° 200mm, Série Normal:

Rio de Janeiro | Lojas Compre pelo telefone (somente vendas): 4007-1380 (Capitais) - 0800-602-1380 (Demais regiões). Dicas de segurança Precisa de ajuda?

LEROY MERLIN O que você procura na Leroy?

Departamentos Decore sua Casa Tendências Ofertas Projetos Dicas Serviços Programa de Fidelidade

Home > Materiais Hidráulicos > Canos e Conexões Hidr... > Tipo de Conexão > Conexões para Esgoto > Joelho 90° Esgoto 200...

Joelho 90° Esgoto 200mm Tigre

★★★★★ (0) Cód. 89757892

R\$ 334,90 /cada
R\$ 334,90 em até 3x de R\$ 111,63 sem juros
Vendido e entregue por Leroy Merlin
[Formas de pagamento](#)

Comprar e receber ou Comprar e retirar

Calcule seu frete CEP Não sei meu CEP
Ex: 00000-000

Estoque na Loja física

Link: https://www.leroymerlin.com.br/joelho-90o-esgoto-200mm-tigre_89757892

abc
da construção

O que você procura?

Olá visitante! Entre Cadastre-se  0

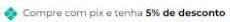
TODOS OS PRODUTOS Pisos e Revestimentos Louças Metais Móveis Tintas Banho e Aquecimento Ambientes Ofertas

Home > HIDRÁULICO > ESGOTO - SÉRIE NORMAL > ESG NORMAL - CONEXÕES

Joelho 90° Esgoto 200mm Amanco

SKU 27170

por R\$ 138,90
ou em até **2x R\$ 69,45** no cartão de crédito



Quantidade:

Comprar

Calcule seu frete OK




Link: https://www.abcdaconstrucao.com.br/produto/joelho-90%C2%B0-esgoto-200mm-amanco-74795?keyword=&creative=629273819213&gclid=CjwKCAjwvmkBhBMEiwAjrMeFyesODXYHxbNR7tqJchMe8ZwAJ8qLjdvHO0zTBWC76yjTk-9LHJ0mRoCZ9wQAvD_BwE

PONTO DO ENCANADOR
Soluções em Hidráulica Predial

Digite o que você procura

  Carrinho vazio

PÁGINAS COMBATE A INCÊNDIO HIDRÁULICA HIDRÁULICA INDUSTRIAL ELÉTRICA ACABAMENTO

INÍCIO / HIDRÁULICA / TUBOS E CONEXÕES TIGRE / LINHA ESGOTO SÉRIE NORMAL

Joelho 90° Esgoto 200 mm Tigre

CÓDIGO: 000325 | MARCA: TIGRE

R\$ 162,90
até **12x de R\$ 15,93**
ou **R\$ 158,01** via Boleto Bancário

Qtd: 1 **COMPRAR**

Disponibilidade: **1 dia útil**
Estoque: **189** unidades

VISA    

Parcelas **Parcelas**

1x de R\$ 162,90 sem juros	7x de R\$ 26,70
2x de R\$ 87,68	8x de R\$ 23,67
3x de R\$ 59,31	9x de R\$ 21,30
4x de R\$ 45,15	10x de R\$ 19,33
5x de R\$ 36,59	11x de R\$ 17,79
6x de R\$ 30,86	12x de R\$ 16,51

Compartilhar 

Link: <https://www.pontodoencanador.com/produto/joelho-esgoto-90-x-200-mm-tigre.html>

- Junção de Redução 150 x 100mm, Série Normal:

The screenshot shows a product page for a 'Junção Simples 150x100mm Branca' (White Simple Coupling 150x100mm). The page includes the C&C logo, a search bar, and navigation links for various departments like 'Todos Departamentos', 'Ofertas', 'Pisos e Revestimentos', etc. The product image shows a white PVC coupling. The price is listed as R\$ 104,49 for one unit or R\$ 52,25 for two units. A 'Comprar' (Buy) button is visible.

Link: https://www.cec.com.br/material-hidraulico/tubos-e-conexoes/juncao/juncao-simples-150x100mm-branca?produto=1052021&idpublicacao=791d2005-d206-4804-b297-71cab438caf1&qclid=CjwKCAjwvmkBhBMEiwA1rMeF9PZ4lFzNENYXXijflzQKnhW_88VW0sU_3ZDQj_sOus5mjiVP4-bBoCIkgQAvD_BwE

The screenshot shows a product page for a 'Junção de Redução Esgoto Série Normal PVC DN 150 x 100 Tigre' (Tiger PVC DN 150 x 100 Normal Reduction Sewer Joint). The page features the ObraMax logo, a search bar, and navigation links for departments like 'Todos os departamentos', 'Academia de Profissionais', 'Blog do Max', and 'Max por Menos'. The product image shows a white PVC coupling. The price is listed as R\$ 65,90 for one unit or R\$ 60,63 for two units. A 'SKU: 89040280' is also mentioned.

Link: <https://www.obramax.com.br/juncao-de-reducao-esgoto-serie-normal-pvc-dn-150-x-100-tigre-89040280/p?srsltid=ASuE1wRIXkiDWsHUehGs0cuLGXGboAWBNKW8lcoA7nnmP>

[QU04cHxa2y0qmc&gclid=CjwKCAjw-vmkBhBMEiwA1rMeF2P5MYhjnvkNe-NKVYSjBqJKX5GY1MyMLm3eY5IqSK-DdNMnsPdG5BoCwmsQAvD_BwE](#)

- Junção Simples 200 x 200mm, Série Normal:

Rio de Janeiro | Lojas Compre pelo telefone (somente vendas): 4007-1380 (Capitais) - 0800-602-1380 (Demais regiões). Dicas de segurança Precisa de ajuda?

LEROY MERLIN

O que você procura na Leroy?

Departamentos Decore sua Casa Tendências Ofertas Projetos Dicas Serviços Programa de Fidelidade

Home » Materiais Hidráulicos » Canos e Conexões Hidr... » Tipo de Conexão » Conexões para Esgoto » Junção Simples Esgot...

Junção Simples Esgoto 200x200mm Tigre

★★★★★ (0) Cód. 89757906

[Lista de Favoritos](#)

R\$ 899,90 /cada
R\$ 899,90 em até 8x de R\$ 112,49 sem juros
Vendido e entregue por **Leroy Merlin**

[Formas de pagamento](#)

[Comprar e receber](#) ou [Comprar e retirar](#)

Calcule seu frete
 [Não sei meu CEP](#)

Ex: 00000-000

Atenção! Este produto não está disponível para entrega e por isso a calculadora de frete está desativada.

[Encontre no Loja Física](#)

Link: <https://www.leroymerlin.com.br/juncao-simples-esgoto-200x200mm-tigre-89757906>



Q

Olá visitante! [Entre](#) [Cadastre-se](#)

0 

[TODOS OS PRODUTOS](#) [Pisos e Revestimentos](#) [Louças](#) [Metais](#) [Móveis](#) [Tintas](#) [Banho e Aquecimento](#) [Ambientes](#) [Ofertas](#)

[Home](#)>[HIDRÁULICO](#) >[ESGOTO - SERIE NORMAL](#) >[ESG NORMAL - CONEXOES](#)

Junção Simples Esgoto 200mm Amanco



SKU 29517

por R\$ 443,90
ou em até **8x R\$ 55,49** no cartão de crédito

 Compre com pix e tenha **5% de desconto**

Link: <https://www.abcdaconstrucao.com.br/produto/juncao-simples-esgoto-200mm-amanco-74603>

Missão, Visão e Valores Clube do Parceiro Trabalhe Conosco Vagas Disponíveis Quem Somos Blog

SERPAL

Digite o que você busca

Whatsapp Minha conta Minha Lista Meu Carrinho

Todos os departamentos

Página Inicial / HIDRÁULICA / Junção PVC Simples Esgoto - 200 X 200mm



Código ADM:9498
Junção PVC Simples Esgoto - 200 X 200mm
TIGRE

Seja o primeiro a avaliar!

por **R\$ 448,00**

Selecionar a Quantidade:
 UN - 1 +
 Últimas unidades: 3 restantes!

Calcule o frete:

Link: <https://eletricaserpal.com.br/produto/9498-juncao-pvc-simples-esgoto-200-x-200mm>

- Tê 200 x 200mm, Série Normal:

Ferreira Costa

O que você está procurando?

Entrar ou criar conta

Categorias Cupom Ofertas da semana Construção Móveis Ar e Ventilação Eletrodomésticos Ferramentas Utilidades domésticas Eletroportáteis Iluminação

Home > Tubos e conexões > Tubos e conexões > Conexões para esgoto > Tê PVC 200 mm - Krona



Tê PVC 200 mm - Krona
 Vendido e entregue por **Ferreira Costa**

R\$ 319,00
 ou R\$ 319,00 em até 7x de R\$ 45,57 sem juros
[Ver mais](#)

Embalagem: **1 Unidade**

1 Unidade R\$ 319,00 R\$ 319,00/cada	Pacote de 20 un. R\$ 5.800,00 (-10%) R\$ 290,00/cada
--	--

Quantidade 1 1 Unidade

Consultar prazo e valor do frete 00000-000

Link: <https://www.ferreiracosta.com.br/produto/397273/t%C3%AA-pvc-200-mm-krona>

Te Esgoto 200 mm X 200 mm Tigre

CÓDIGO: 000432 | MARCA: TIGRE

R\$ 234,54
até 12X de R\$ 22,94
ou R\$ 227,50 via Boleto Bancário

Qtde: 1 **COMPRAR**

Disponibilidade: 1 dia útil
Estoque: 63 unidades

Link: <https://www.pontodoencanador.com/produto/te-esgoto-200-x-200-mm-tigre.html>

- Adaptador soldável curto com bolsa e rosca para registro 32x1", PVC Marrom:

FRETE GRÁTIS USE O CUPOM FRETEGRATIS
*Frete Grátis para pedidos a partir de R\$ 499,99 até 1.500kg para ABCDMR e São Paulo Capital.
SOMENTE ATÉ DOMINGO

TIGRE

Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca 32mmX1" - 22190334 -

TIGRE
Código Copafar: 51519

5 (Avalie agora!)

Saiba mais sobre o produto

De R\$ 4,17
27% OFF **R\$ 3,04** até 1x de R\$ 3,04 sem juros
[ver mais formas de pagamento](#)

COMPRAR

SITE BLINDADO

Compre este produto agora e receba R\$ 0,30 de volta para utilizar em sua próxima compra

Retire na loja. Veja lojas disponíveis

Adicionar produto a lista de casamento

Link: https://www.copafer.com.br/adaptador-soldavel-curto-com-bolsa-e-rosca-32mmx1-22190334-tigre-p1107662?region_id=000001



SOEDRAL MATERIAIS ELÉTRICOS E HIDRÁULICOS

Digite o que você procura

Minha Conta | Meu Carrinho

Marcas | Elétrica | Hidráulica | Cozinha | Banheiro | Combate a Incêndio | Acessibilidade | Outlet

INÍCIO / HIDRÁULICA

ADAPTADOR SOLDÁVEL CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO TIGRE

CÓDIGO: 000UZZ | MARCA: TIGRE

Selecionar a opção de Tamanhos:

R\$ 1,16 via boleto ou pix
A partir de R\$ 1,18

Link: <https://www.soedral.com.br/22000209-pvc-marrom-adaptador-soldavel-curto-todos-os-tamanhos-tigre>



PONTO DO ENCANADOR Soluções em Hidráulica Predial

Digite o que você procura

Carrinho vazio

PÁGINAS | COMBATE A INCÊNDIO | HIDRÁULICA | HIDRÁULICA INDUSTRIAL | ELÉTRICA | ACABAMENTO

INÍCIO / HIDRÁULICA / TUBOS E CONEXÕES TIGRE / LINHA SOLDÁVEL (MARROM)

Adaptador Soldável C/ Bolsa E Rosca 32 mm X 1" Tigre

CÓDIGO: 000022 | MARCA: TIGRE

R\$ 1,58

Qtde: 1 | **COMPRAR**

Disponibilidade: 1 dia útil
Estoque: 1902 unidades

Link: <https://www.pontodoencanador.com/adaptador-soldavel-curto-c-bolsa-e-rosca-32-mm-x-1-tigre>

- Curva 90° soldável 32mm, PVC Marrom

Rio de Janeiro | Lojas Compre pelo telefone (somente vendas): 4007-1380 (Capitais) - 0800-602-1380 (Demais regiões). Dicas de segurança Precisa de ajuda?

LEROY MERLIN

O que você procura na Leroy?

Departamentos Decore sua Casa Tendências Ofertas Projetos Dicas Serviços Programa de Fidelidade

Home > Materiais Hidráulicos > Canos e Conexões Hidr... > Tipo de Conexão > Conexões para Água Fr... > Curvas para Água Fria > Curva 90° PVC Marro...

Curva 90° PVC Marrom Soldável 1" 32mm Plastilit

★★★★★ 4.0 (3) Cód. 88139485



OFERTA -10%
R\$ 9,59/cada
R\$ 8,56 /cada
R\$ 8,56 em até 1x de R\$ 8,56 sem juros
Vendido e entregue por Leroy Merlin
[Formas de pagamento](#)

[Comprar e receber](#) ou [Comprar e retirar](#)

Calcule seu frete
CEP Não sei meu CEP
Ex: 00000-000

Link: https://www.leroymerlin.com.br/curva-90o-pvc-marrom-soldavel-1-32mm-plastilit_88139485

Parcela em até 12x Cartão C&C Whatsapp C&C atende Nossas lojas

C&C casa & construção Minha conta 

O que você procura?

Todos Departamentos Ofertas Pisos e Revestimentos Material de Construção Ferramentas Iluminação Metais e Acessórios Cartão C&C

HOME > MATERIAL HIDRÁULICO > TUBOS E CONEXÕES > CURVAS > CURVA 90° SOLDÁVEL 32MM MARROM

Tigre

Curva 90° Soldável 32mm Marrom
Cód: 28363

★★★★★ Avalie agora!

R\$ 13,69 un Quantidade: (un) - 1 +

Comprar

[Consultar Frete Prazo](#) [Retira na loja](#)



Link: <https://www.cec.com.br/material-hidraulico/tubos-e-conexoes/curvas/curva-90-soldavel-32mm-marrom?produto=1034263>

COPAFER .com

O que você está buscando? Search

Todos os departamentos ▾ Eventos Novidades Marcas Inverno Chuveiros Dicas do Blog

Home | Materiais Hidráulicos | Conexões | Água Fria | Curva Soldável 32mm 90 Graus - 22120328 - TIGRE

FRETE GRÁTIS USE O CUPOM FRETEGRATIS

*Frete Grátis para pedidos a partir de R\$ 499,99 até 1.500kg para ABCDMR e São Paulo Capital.

SOMENTE ATÉ DOMINGO



TIGRE

Curva Soldável 32mm 90 Graus - 22120328 - TIGRE
Código Copafar: 51659

★★★★★ (Avalie agora!)



[Saiba mais sobre o produto](#)

De R\$ 11,15
17% OFF **R\$ 9,26** até 1x de R\$ 9,26 sem juros [ver mais formas de pagamento](#)

COMPRAR >

SITE BLINDADO

Compre este produto agora e receba R\$ 0,90 de volta para utilizar em sua próxima compra

Retire na loja. [Veja lojas disponíveis](#)

Adicionar produto a lista de casamento



Link: https://www.copafer.com.br/curva-soldavel-32mm-90-graus-22120328-tigre-p1109023?region_id=000001

- Joelho 45° soldável 60mm, PVC Marrom:

Parcelar em até 12x Cartão C&C

Whatsapp C&C atende Nossas lojas

C&C casa & construção

Minha conta 

O que você procura?

Todos Departamentos ▾ Ofertas Pisos e Revestimentos Material de Construção Ferramentas Iluminação Metais e Acessórios Cartão C&C

HOME MATERIAL HIDRÁULICO TUBOS E CONEXÕES JOELHO E COTOVelo JOELHO 45° SOLDÁVEL 60MM MARROM

Tigre

Joelho 45° Soldável 60mm Marrom

Cód: 28533

★★★★★ (Avalie agora!)





Imagen ilustrativa

R\$ 52,99 un Quantidade: (un)

Comprar

Consultar Frete Prazo Retira na loja

Consultar Frete Prazo Ajuda

Link: <https://www.cec.com.br/material-hidraulico/tubos-e-conexoes/joelho-e-cotovelo/joelho-45-soldavel-60mm-marrom?produto=1034280>

Rio de Janeiro | Lojas Compre pelo telefone (somente vendas): 4007-1380 (Capitais) - 0800-602-1380 (Demais regiões). Dicas de segurança Precisa de ajuda?

LEROY MERLIN

O que você procura na Leroy? Search icon

Heart icon User icon Cart icon

Departamentos Decore sua Casa Tendências Ofertas Projetos Dicas Serviços Programa de Fidelidade

Home > Materiais Hidráulicos > Canos e Conexões Hidr... > Tipo de Conexão > Conexões para Água Fr... > Joelhos para Água Fria > Joelho 45° PVC Marro...

Social media icons: Twitter, Facebook

Joelho 45° PVC Marrom Soldável 2" 60mm Plastilit

★★★★★ (0) Cód. 88125674

Up arrow icon Down arrow icon Heart icon Lista de Favoritos



R\$ 44,90 /cada
R\$ 44,90 em até 1x de R\$ 44,90 sem juros
Vendido e entregue por Leroy Merlin
[Formas de pagamento](#)

Comprar e receber ou Comprar e retirar

Calculate shipping cost CEP Não sei meu CEP
Ex: 00000-000

Estoque na Loja física

Compre pelo Telefone

Link: https://www.leroymerlin.com.br/joelho-45o-pvc-marrom-soldavel-2-60mm-plastilit_88125674

Rio de Janeiro | Lojas Compre pelo telefone (somente vendas): 4007-1380 (Capitais) - 0800-602-1380 (Demais regiões). Dicas de segurança Precisa de ajuda?

LEROY MERLIN

O que você procura na Leroy? Search icon

Heart icon User icon Cart icon

Departamentos Decore sua Casa Tendências Ofertas Projetos Dicas Serviços Programa de Fidelidade

Home > Materiais Hidráulicos > Canos e Conexões Hidr... > Tipo de Conexão > Conexões para Água Fr... > Joelhos para Água Fria > Joelho 45° Marrom PV...

Social media icons: Twitter, Facebook

Joelho 45° Marrom PVC Soldável 60mm ou 2" Tigre

★★★★★ (0) Cód. 85304681

Up arrow icon Down arrow icon Heart icon Lista de Favoritos



OFERTA -5%
R\$ 29,93 /cada
R\$ 28,43 /cada

R\$ 28,43 em até 1x de R\$ 28,43 sem juros
Vendido e entregue por Decar Home Center
[Formas de pagamento](#)

Comprar e receber ou Comprar e retirar

Calculate shipping cost CEP Não sei meu CEP
Ex: 00000-000

Link: https://www.leroymerlin.com.br/joelho-45o-marrom-pvc-soldavel-60mm-ou-2-tigre_85304681

- Tê de redução soldável 60x50mm, PVC Marrom:

The screenshot shows the homepage of Ponto do Encanador. At the top, there's a search bar with placeholder text "Digite o que você procura" and a magnifying glass icon. To the right of the search bar are two orange buttons: one with a user profile icon labeled "Carrinho vazio" (empty cart). Below the header, there's a navigation menu with categories: "PÁGINAS", "COMBATE A INCÊNDIO", "HIDRÁULICA", "HIDRÁULICA INDUSTRIAL", "ELÉTRICA", and "ACABAMENTO". The main content area displays a product titled "Te De Redução Soldável 60 mm X 50 mm Tigre". It includes a large image of the brown PVC tee, its price (R\$ 31,70), a discount offer ("até 7x de R\$ 5,06"), and a "COMPRAR" (Buy) button. Below the button, it says "Disponibilidade: 1 dia útil" and "Estoque: 145 unidades".

Link: <https://www.pontodoencanador.com/te-de-reducao-soldavel-60-mm-x-50-mm-tigre>

The screenshot shows the homepage of Pedrao PVC. At the top, there's a search bar with placeholder text "Quer achar mais rápido? Digite aqui" and a magnifying glass icon. To the right of the search bar are three buttons: "Lista de Desejos" (Wish List), "Minha Conta" (My Account), and a shopping cart icon with the number "0". Below the header, there's a navigation menu with categories: "TODOS OS DEPARTAMENTOS", "Pisos e Revestimentos", "Louças", "Metais", "Cozinha", "Hidráulica", "Elétrica", "Móveis", and a yellow "OFERTAS" (Offers) button. The main content area displays a product titled "Tê 90° de Redução PVC Soldável | 60x50mm | 2"x1.1/2" - Tigre". It includes a large image of the brown PVC tee, its price (R\$ 37,45), a discount offer ("no Pix, Boleto ou 1x no cartão (10% de desconto) ou R\$ 41,61 em 10x de R\$ 4,16 sem juros"), and a "COMPRAR" (Buy) button. Below the button, it says "Compre com ❤️ AME e receba até 5% de volta".

Link: <https://www.pedraopvc.com.br/te-90%C2%BA-de-reducao-pvc-soldavel-%7C-60x50mm-%7C-2-x1-1-2----tigre-27962/p>

- Bucha de redução 100x200mm, Série Normal:

Novo | +5 vendidos

Redução Concentrica Esgoto Plastilit 200mm X 100mm

R\$ 147⁹⁰
em 4x R\$ 36⁹⁸ sem juros
[Ver os meios de pagamento](#)

Chegará grátis terça-feira
Comprando dentro das próximas 12 h 29 min
[Ver mais formas de entrega](#)

Retire grátis a partir de terça-feira em uma agência Mercado Livre
Comprando dentro das próximas 12 h 29 min
[Ver no mapa](#)

Estoque disponível

Quantidade: 1 unidade (5 disponíveis)

Comprar agora

Link: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1760726622-reduco-concentrica-esgoto-plastilit-200mm-x-100mm->

[JM#position=7&search_layout=stack&type=item&tracking_id=c3b89ce4-046e-4d33-afce-818f89a3e88e](#)

Novo | +5 vendidos

Redução Concêntrica Esgoto 200 X 100mm Normatizado 1º Linha

R\$ 123⁹⁹
R\$ 117⁴² 5% OFF
em 12x R\$ 11⁴¹
[Ver os meios de pagamento](#)

Chegará grátis quarta-feira
[Ver mais formas de entrega](#)

Retire grátis a partir de quarta-feira em uma agência Mercado Livre
[Ver no mapa](#)

Estoque disponível

Quantidade: 1 unidade (2 disponíveis)

Comprar agora

Link: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2961959585-reduco-concntrica-esgoto-200-x-100mm-normatizado-1-linha-JM#position=6&search_layout=stack&type=item&tracking_id=c3b89ce4-046e-4d33-afce-818f89a3e88e

- Válvula de retenção 150mm, Série Normal:



The screenshot shows the homepage of Ponto do Encanador. At the top, there's a search bar with placeholder text "Digite o que você procura" and a magnifying glass icon. To the right of the search bar are icons for user profile and an empty shopping cart labeled "Carrinho vazio". Below the header, there's a navigation menu with categories: "PÁGINAS", "COMBATE A INCÊNDIO", "HIDRÁULICA", "ELÉTRICA", and "ACABAMENTO". The "HIDRÁULICA" category is currently selected. The main content area displays a product page for a "Válvula De Retenção Para Esgoto 150 mm Tigre". The product image is a white, three-way valve. The price is listed as R\$ 174,16, with financing options up to 12X of R\$ 17,04 or payment via Boleto Bancário. A green "COMPRAR" button is prominently displayed. Below the button, it says "Disponibilidade: 1 dia útil" and "Estoque: 43 unidades".

Link: <https://www.pontodoencanador.com/produto/valv-tigre-retencao-esgoto-150-mm.html>



The screenshot shows the homepage of ConstruMaia. At the top, there's a search bar with placeholder text "Digite o que você procura" and a magnifying glass icon. To the right of the search bar are links for "FALE CONOSCO" (with icons for email and WhatsApp), "FAÇA LOGIN OU CADASTRE-SE", and a shopping cart icon labeled "MEU CARRINHO 0 item R\$ 0,00". Below the header, there's a navigation menu with categories: "PISOS E REVESTIMENTOS", "TINTAS E IMPERMEABILIZANTES", "BANHEIROS E COZINHAS", "ILUMINAÇÃO E ELÉTRICA", "FERRAMENTAS E UTILITÁRIOS", "MATERIAIS HIDRÁULICOS", "MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO", "PORTAS E JANELAS", and "TRABALHE CONOSCO". The "MATERIAIS HIDRÁULICOS" category is currently selected. The main content area displays a product page for a "Válvula De Retenção 150Mm Krona". The product image is a white, three-way valve. The price is listed as R\$ 199,38, with financing options up to 3x of R\$ 66,46 sem juros. A green "adicionar ao carrinho" button is prominently displayed. Below the button, it says "Adicionar à lista de favoritos". At the bottom of the page, there's a payment method logo for "PagSeguro" and a link for "Parcelas".

Link: <https://www.construmaia.com/produto/valvula-de-retencao-150mm-krona.html>

- Válvula de pé com crivo 32mm, PVC Marrom:

Válvula de Sucção PVC Pé Com Crivo Poço Soldável de 32mm

17103

R\$ 32,90

R\$ 29,61 à vista com desconto Pix - Vindi
R\$ 30,60 à vista com desconto Boleto - Vindi ou 1x de R\$ 31,91 (com desconto) Sem juros
MasterCard - Vindi
[Mais informações](#)

COMPRAR PRODUTO

COMPRA SEGURA

Link: <https://www.hidrauconex.com/valvula-de-succao-pvc-pe-com-crivo-poco-soldavel-de-32mm>

Válvula de Pé PVC Marrom Roscável 1" 32mm Tigre

5.0 (1) Cód. 87013724

R\$ 57,90 /cada

R\$ 57,90 em até 1x de R\$ 57,90 sem juros
Vendido e entregue por Leroy Merlin

Comprar e receber ou **Comprar e retirar**

Link: https://www.leroymerlin.com.br/valvula-de-pe-pvc-marrom-roscavel-1-32mm-tigre_87013724

- Filtro Micro sedimentos e Carvão Ativado:

Screenshot of a Mercado Livre product page for a water filter system.

Product Details:

- Filtro Remove Ferro Desferrizar Água Dura 20 G B F 600 L/h** - R\$ 697²⁵ (10x R\$ 69,72 sem juros)
- Filtro Big Blue Pilssado Completo 20 X 4 1/2 + Refil Extra** - R\$ 916⁴⁰ (10x R\$ 91,64 sem juros, Frete grátis)
- Filtro Água Poço Artesiano Prédio 6000 L/h 2 Refis 5 Micra** - R\$ 1.049 (em 10x R\$ 104⁹⁰ sem juros)

Product Image: A large blue cylindrical filter housing with two white sediment filters inside. A magnifying glass icon highlights the filter housing.

Product Description (Right):

- Filtro Água Poço Artesiano Prédio 6000 L/h 2 Refis 5 Micra**
- R\$ 1.049** (em 10x R\$ 104⁹⁰ sem juros)
- Chegará grátis entre quinta-feira e sexta-feira** (Ver mais formas de entrega)
- Retire grátis entre quinta-feira e sexta-feira em uma agência Mercado Livre** (Ver no mapa)
- Cor: Preta/Azul**
- Voltagem:**

Link: https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1323981044-filtro-agua-poco-artesiano-predio-6000-lh-2-refis-5-micra-JM?attributes=COLOR_SECONDARY_COLOR:UHJldGEvQXp1bA==

- Elétroboia para sistema de emergência de estiagem de chuva:

[f](#) [g](#) [t](#)

Televendas: (47) 3278-8665 / (47) 3278-8625 WhatsApp: (47) 98816-0338

CASA DA CISTERNA
soluções sustentáveis

O que você está buscando?

Acessar Conta 0 Meu Carrinho

CISTERNAS E TANQUES FILTROS PARA ÁGUA DA CHUVA KITS DE FILTROS E ACESSÓRIOS TRATAMENTO DE ÁGUA ACESSÓRIOS PARA CISTERNAS MOTOBOMBAS

Home > Realimentador automático - com Válvula Solenoide e boia




Realimentador automático - com Válvula Solenoide e boia

★★★★★ (0 avaliações)

Solução altamente recomendada para edificações que utilizam água de chuva para fins essenciais como por exemplo, vasos sanitários e mictórios.

R\$ 440,30
R\$ 405,08 à vista no boleto
Em até 7x de R\$ 62,90 sem juros

TAMANHO
Realimentador automático 3/4

Link: <https://www.casadacisterna.com.br/realimentador-automatico-com-valvula-solenoid-e-boia-p161>

ecoracional

Digite aqui o que procura

Seja um revendedor

Olá, visitante! CADASTRE-SE | LOGIN 0

TODOS OS DEPARTAMENTOS APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA MOTOBOMBAS TRATAMENTO DE EFLuentes

INÍCIO > APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA > PRODUTOS AVULSOS > ECO CAP 1"



ECO CAP 1"
Controlador de água potável para abastecimento em época de estiagem
Seja o primeiro a avaliar este produto
Marca: Ecoracional Código: 2010588878609
R\$ 590,00 - 12% OFF

R\$ 519,00

COMPRAR **+ Adicionar ao Carrinho**

✓ Disponível em estoque Site 100% Seguro

Frete e prazo:

Não sei meu CEP

Link: <https://www.ecoracional.com.br/eco-cap-1>

APÊNDICE B – Lista de Materiais com estimativa de custo

Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário (R\$)	Preço (R\$)
Tubos Rígidos				
Tubo Série Normal (PVC-N), 100mm	24	m	14,99	359,76
Tubo Série Normal (PVC-N), 150mm	486	m	39,18	19.041,48
Tubo Série Normal (PVC-N), 200mm	145	m	83,17	12.059,17
Tubo soldável Marrom (PVC-S), 32mm	90	m	10,19	917,10
Tubo soldável Marrom (PVC-S), 50mm	30	m	17,54	526,20
Tubo soldável Marrom (PVC-S), 60mm	54	m	28,86	1.558,44
Reservatórios				
Caixa d'água de polietileno, 5.000 Litros	4	un	2.599,00	10.396,00
Tanque, 15.000 Litros	9	un	8.399,00	75.591,00
Conexões				
Anel de vedação para conexão Série Normal, 100mm	44	un	3,87	170,28
Anel de vedação para conexão Série Normal, 150mm	136	un	12,20	1.659,20
Anel de vedação para conexão Série Normal, 200mm	34	un	18,50	629,00
Cap 150mm, Série Normal	4	un	21,12	84,48
Cap 200mm, Série Normal	2	un	56,99	113,98
Joelho 45° 100mm, Série Normal	24	un	7,19	172,56
Joelho 45° 150mm, Série Normal	8	un	32,84	262,72
Joelho 45° 200mm, Série Normal	4	un	126,90	507,60
Joelho 90° 100mm, Série Normal	14	un	5,44	76,16
Joelho 90° 150mm, Série Normal	69	un	33,62	2.319,78
Joelho 90° 200mm, Série Normal	11	un	138,90	1.527,90
Junção Simples de Redução 150 x 100mm, Série Normal	8	un	65,90	527,20
Junção Simples 200 x 200mm, Série Normal	6	un	443,90	2.663,40
Tê 200 x 200mm, Série Normal	14	un	234,54	3.283,56
Adaptador soldável com anel para Caixa d'água 32mm, PVC Marrom	7	un	21,07	147,49
Adaptador soldável com anel para Caixa d'água 60mm, PVC Marrom	30	un	52,07	1.562,10
Adaptador soldável curto com bolsa e rosca para registro 32x1", PVC Marrom	14	un	1,16	16,24

Descrição	Quantidade	Unidade	Preço Unitário (R\$)	Preço (R\$)
Curva 90° soldável 32mm, PVC Marrom	8	un	8,56	68,48
Joelho 45° soldável 60mm, PVC Marrom	2	un	28,43	56,86
Joelho 90° soldável 25mm, PVC Marrom	2	un	0,83	1,66
Joelho 90° soldável 32mm, PVC Marrom	13	un	2,75	35,75
Joelho 90° soldável 50mm, PVC Marrom	13	un	5,68	73,84
Joelho 90° soldável 60mm, PVC Marrom	18	un	32,90	592,20
Tê de redução soldável 60x50mm, PVC Marrom	1	un	31,70	31,70
Tê soldável 32mm, PVC Marrom	7	un	4,29	30,03
Tê soldável 50mm, PVC Marrom	4	un	10,96	43,84
Tê soldável 60mm, PVC Marrom	11	un	35,18	386,98
Bucha de redução soldável longa 60x50mm, PVC Marrom	1	un	18,75	18,75
Bucha de redução soldável longa 100x200mm, Série Normal	6	un	117,42	704,52
Válvula de retenção 150mm, Série Normal	6	un	174,16	1.044,96
Válvula de retenção horizontal 1"	2	un	153,48	306,96
Válvula de retenção vertical 1"	1	un	79,09	79,09
Válvula de pé com crivo 32mm, PVC Marrom	3	un	32,90	98,70
Registro de esfera 32mm, PVC Marrom	7	un	51,79	362,53
Registro de esfera 50mm, PVC Marrom	18	un	71,54	1.287,72
Registro de esfera 60mm, PVC Marrom	7	un	131,02	917,14
Registro de gaveta 1"	4	un	32,28	129,12
Registro de gaveta 1 1/2"	2	un	55,55	111,10
Filtros				
Filtro separador de folhas e sólidos	6	un	196,00	1.176,00
Filtro Master com refil para retirada de micro sedimentos	1	un	1.049,00	1.049,00
Filtro Master com refil de carvão ativado	1	un	1.049,00	1.049,00
Conjunto Motor-Bomba				
Bomba de recalque, 0,5cv	2	un	1.169,42	2.338,84
Chave bóia automática de nível	2	un	46,50	93,00
Eléetroboia para sistema de emergência de estiagem de chuva	1	un	440,30	440,30
Total:				148.700,87

APÊNDICE C – QR codes e links de acesso ao modelo 3D e pranchas do projeto

QR CODE 1 – Modelo 3D do projeto de aproveitamento de água da chuva para visualização online sem a arquitetura.



Link: <https://autode.sk/44vVqr2>

QR CODE 2 – Modelo 3D do projeto de aproveitamento de água da chuva para visualização online com a arquitetura.



Link: <https://autode.sk/3K3qXQn>

QR CODE 3 – Acesso à pasta com modelo do projeto em .IFC e .RVT 2024, PDF's das Pranchas, e modelo da arquitetura.



Link: <https://1drv.ms/f/s!Aooe8Z5WSruXIEEA9mvQ1e6tlAUc?e=2Js8AS>

ATENÇÃO: Os QR CODES 1 e 2 podem expirar, porém, o QR CODE 3 estará disponível para acesso à pasta com os arquivos do projeto.