



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

PAULO SERGIO COSTA SOUSA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
CAPTAÇÃO E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO
POTÁVEIS NA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

SEROPÉDICA, RJ
2025

PAULO SERGIO COSTA SOUSA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO E
APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS NA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Geografia, no Programa de Pós-Graduação em Geografia, linha de pesquisa Espaço, Política e planejamento, na área de concentração em Espaço, Questões Ambientais e Formação em Geografia.

Orientação: Prof. Dr. Tiago Badre Marino

SEROPÉDICA, RJ
2025

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S725e Sousa, Paulo Sergio Costa , 1971-
Estudo de viabilidade da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro / Paulo Sergio Costa Sousa. - NOVA IGUAÇU, 2025.
122 f.

Orientador: Tiago Badre Marino .
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Geografia , 2025.

1. Água . 2. Sustentabilidade. 3. Captação de Água da Chuva. 4. Gestão Ambiental . 5. Universidade Pública. I. Marino , Tiago Badre , 1982-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós Graduação em Geografia III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS



HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 67/2025 - IGEO (11.39.00.34)

Nº do Protocolo: 23083.073223/2025-85

Seropédica-RJ, 16 de dezembro de 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS / INSTITUTO MULTIDISCIPLINAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

PAULO SERGIO COSTA SOUSA

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Geografia**, no Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de concentração em Espaço, Questões Ambientais e Formação em Geografia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 04/12/2025.

TIAGO BADRE MARINO. Dr. UFRRJ

(Orientador, presidente da banca)

RAFAEL SIMOES MANO. Dr. UFRRJ

(membro da banca)

JULIANO DE LIMA. Dr. CEFET/RJ

(membro da banca)

(Assinado digitalmente em 16/12/2025 10:30)

RAFAEL SIMOES MANO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DeptoAU (12.28.01.00.00.00.43)
Matricula: ###76588

(Assinado digitalmente em 16/12/2025 09:02)

TIAGO BADRE MARINO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
CoordPesq (12.28.01.00.00.44)
Matricula: ###39289

(Assinado digitalmente em 16/12/2025 13:43)

JULIANO DE LIMA
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.307-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: **67**, ano: **2025**, tipo: **HOMOLOGAÇÃO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**, data de emissão: **16/12/2025** e o código de verificação: **b968e71167**

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo incentivo constante e pelo esforço dedicado à nossa educação desde a tenra idade, permitindo que este projeto se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meus caminhos, sustentar minha jornada e conceder vida, proteção e providência divina nos momentos em que mais precisei.

À minha família, meu porto seguro, minha base e meu maior tesouro, pelo amor incondicional que me fortalece diariamente.

À minha esposa, Claunice, e aos meus filhos, cuja compreensão, paciência e apoio constante tornaram possível cada etapa desta caminhada; sem vocês, nada disso faria sentido.

Ao professor Tiago Badre Marino, pela orientação dedicada, pelos ensinamentos generosos e por acreditar no potencial deste trabalho.

Aos professores e técnicos administrativos do PPGGEO, que compartilharam saberes, ofereceram oportunidades e contribuíram para minha formação com compromisso e respeito.

Ao servidor Geraldo Fernando, do Instituto Multidisciplinar, e ao servidor Vinicius Perrut, da COPEA, pelo apoio atento e pelas contribuições valiosas que enriqueceram este estudo.

Aos discentes do PPGGEO e, em especial, ao trio querido Jéssica, Lucas e Yasmin, pelo acolhimento, pela parceria e pelo companheirismo que tornaram a caminhada mais leve e significativa.

Ao casal e amigos, Cláudio Nuernberg Junior e professora Karine Bueno Vargas, pelo apoio constante e pelo incentivo desde o início, que foram fundamentais para que eu pudesse iniciar e concluir esta jornada.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, por acreditar na educação como instrumento de transformação e por incentivar seus servidores a ampliarem seus conhecimentos e a evoluírem pessoal e profissionalmente.

E, por fim, a todos que, de alguma forma, estenderam a mão, ofereceram uma palavra de apoio ou simplesmente acreditaram em mim: meu sincero e profundo agradecimento.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

RESUMO

SOUSA, Paulo Sergio Costa. **Estudo de viabilidade da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro** .2025. 113p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2025.

A água é um recurso fundamental à vida e ao desenvolvimento das sociedades, mas sua disponibilidade e distribuição são atravessadas por desigualdades históricas, interesses econômicos e impactos ambientais cada vez mais intensos. Em um contexto marcado por crises hídricas recorrentes, expansão urbana desordenada e pressões privatistas sobre serviços essenciais, pensar o acesso à água implica compreender não apenas sua dimensão natural, mas também sua dimensão social, territorial e política. Assim, torna-se necessário adotar medidas sustentáveis que promovam o uso racional dos recursos hídricos e reduzam a dependência de sistemas centralizados de abastecimento.

Este trabalho analisa a viabilidade de implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água da chuva no Instituto Multidisciplinar da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (IM/UFRRJ), localizado em Nova Iguaçu. A pesquisa envolveu o estudo da infraestrutura do edifício, levantamento do consumo hídrico, análise dos condicionantes técnicos e legais, além da elaboração de um orçamento estimativo baseado em referências públicas. Considerando as restrições orçamentárias e estruturais, propõe-se a implantação inicial de um sistema piloto em um único bloco, possibilitando monitoramento, avaliação de desempenho e ajustes antes de sua ampliação.

Os resultados indicam que o sistema é tecnicamente viável e potencialmente eficiente para reduzir o consumo de água potável e os custos operacionais da instituição. Além disso, a adoção dessa iniciativa fortalece práticas de sustentabilidade, estimula a consciência ambiental na comunidade acadêmica e demonstra o papel das universidades públicas na promoção de soluções socioambientais inovadoras e de baixo impacto.

Palavras-chave: Água; Sustentabilidade; Captação de Água da Chuva; Gestão Ambiental; Universidade Pública.

ABSTRACT

SOUSA, Paulo Sergio Costa. **Estudo de viabilidade da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro** .2025. 113p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2025.

Water is essential for life and social development, yet its availability and distribution are deeply influenced by historical inequalities, economic interests, and growing environmental pressures. In a context marked by recurrent water crises, urban expansion, and the increasing privatization of essential services, access to water must be understood not only as a natural resource but also as a social and political matter. Therefore, adopting sustainable strategies that reduce dependence on centralized supply systems becomes essential.

This study analyzes the feasibility of implementing a rainwater harvesting system at the Multidisciplinary Institute of the Federal Rural University of Rio de Janeiro (IM/UFRRJ). The research included the evaluation of the building's physical structure, assessment of water demand, identification of legal and technical constraints, and preparation of a cost estimate based on public reference values. Considering financial and logistical limitations, the project proposes the initial installation of a pilot system in one building block, enabling performance monitoring before a broader application.

The results show that the proposed system is technically viable and can significantly reduce potable water consumption and institutional expenses. Furthermore, the project promotes sustainable practices, strengthens environmental awareness within the academic community, and reinforces the strategic role of public universities in developing socially fair and environmentally responsible solutions.

Keywords: Water; Sustainability; Rainwater Harvesting; Environmental Management; Public University.

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Coeficiente de runoff médios	34
Tabela 2 - Área e material dos telhados	48
Tabela 3 - Informações da quantidade de bacias sanitárias existentes nos blocos	50
Tabela 4 - Informações da quantidade de mictórios existentes nos blocos	50
Tabela 5 - Média Mensal de Pluviosidade (2015-2024)	54
Tabela 6 - Média Anual de Pluviosidade (2015-2024)	55
Tabela 7 - Peso por população consumidora equivalente.....	59
Tabela 8 - Total população consumidora equivalente	59
Tabela 9 - Demanda consumo per capta em Universidades Públicas	60
Tabela 10 - Consumo Água Potável	61
Tabela 11 - Consumo de água não potável - Bacias sanitárias e mictórios (período- a).....	61
Tabela 12 - Consumo de água não potável - Bacias sanitárias e mictórios (período -b).....	62
Tabela 13 - Dados para Cálculo	64
Tabela 14 - Cálculo pelo Método de RIPPL	65
Tabela 15 - Cálculo pelo Método de Simulação	66
Tabela 16 - Orçamento estimativo.....	74
Tabela 17 - Dados para análise do Custo de implantação do sistema (01 bloco) x Tempo de retorno.....	76
Tabela 18 - Fluxo de Caixa Descontado.....	77
Tabela 19 - Análise do Saldo.....	78
Tabela 20 - Tabela de VPL por Taxa Testada	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Distribuição dos Recursos Hídricos na RH II – Sistema Guandu.....	16
Quadro 2 - Leis de incentivo à captação de água de chuva nos Estados - Brasil	24
Quadro 3 - Leis e Decreto de Incentivo a Captação de Água de Chuva no Estado do Rio de Janeiro.....	26
Quadro 4 - Frequência de manutenção	36
Quadro 5 - Parâmetros mínimos de qualidade da água para usos não potáveis	37
Quadro 6 - Estações localizadas próximas ao Instituto Multidisciplinar	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Precipitações médias mensais de 2015 a 2024 nas estações Cemadem / ClimaEngeo.	56
Gráfico 2 - Precipitações médias anuais de 2015 a 2024 nas estações Cemaden/ ClimaEngeo.	56
Gráfico 3 - Temperaturas com base nas médias anuais 1991 a 2021	57
Gráfico 4 - Comparação mensal de consumo e captação de água.....	63
Gráfico 5 - Distribuição de consumo de água no Instituto Multidisciplinar (IM).....	63
Gráfico 6 - Potencial de aproveitamento de água de chuva (não potável)	64
Gráfico 7 - Captação x Demanda x Reservatório	68
Gráfico 8 - Fluxo de Caixa Descontado ao Longo do Tempo.....	78
Gráfico 9 - Fluxo de Caixa Descontado	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Campus da UFRRJ - Município Seropédica /RJ	2
Figura 2 - Águas das chuvas. Para onde essa água está sendo conduzida?	3
Figura 3 - Águas das chuvas. De que forma pode ser aproveitada?	3
Figura 4 - Demanda total setorial de água	6
Figura 5 - Mapa sobre o cenário de redução na disponibilidade hídrica até 2024	7
Figura 6 - Efeitos da seca no Nordeste	8
Figura 7- Crise hídrica no Espírito Santo	9
Figura 8 - Crise Hídrica no Cantareira	10
Figura 9 - Área alagada em Porto Alegre durante a enchente de 2024	11
Figura 10 - Consumo de água no Brasil – 2023	12
Figura 11 - Evolução de Consumo de Água no Brasil por setor entre os anos 1931 e 2030 ...	13
Figura 12 - Panorama do Usos da Água no Brasil	13
Figura 13 - Retirada de Água por Região.....	14
Figura 14 - Mapa de distribuição das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro	15
Figura 15 - Localização da Região Hidrográfica II	16
Figura 16 - Maior Estação de Tratamento de água do Mundo - CEDAE-RJ.....	17
Figura 17 - Captação de água de chuva – CEDAE-RJ	18
Figura 18 - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável – ODS	20
Figura 19 - Usos finais de água potável e não potável em diferentes tipos de edificações no Brasil.....	24
Figura 20 - Universidade Tecnológica de Nanyang em Cingapura.....	28
Figura 21 - Itaipava Arena Pernambuco.....	30
Figura 22 - Telhado do Aeroporto Santos Dumond	31
Figura 23 - Universidade Federal de Lavras	32
Figura 24 - Sistema de captação de água de chuva	35
Figura 25 - Fluxograma metodológico da pesquisa	43
Figura 26 - Mapa de Localização do Município de Nova Iguaçu e do Instituto Multidisciplinar -UFRRJ.....	45
Figura 27 - Fachada Instituto Multidisciplinar	46
Figura 28 - Adaptado -Recorte espacial: Instituto Multidisciplinar (IM) da UFRRJ.....	47
Figura 29 - Telhado de blocos, composto por telhas metálicas e fibrocimento	48
Figura 30 - Telhado sobre a passarela - com calha.....	49

Figura 31 - Vista superior e lateral do telhado sobre bloco - sem calha.....	49
Figura 32 - Planta baixa dos banheiros coletivos- blocos	50
Figura 33 - Banheiro Masculino.....	51
Figura 34 - Banheiro Feminino (bacias sanitárias).....	51
Figura 35 - Localização da Estação ClimaEngeo	52
Figura 36 - Estação Metodológica do ClimaEngeo (IM- UFRRJ).....	53
Figura 37 - Posicionamento da Estação Meteorológica no Bloco de Informática (IM-UFRRJ)	53
Figura 38 - Interface de entrada de dados do software Netuno	69
Figura 39 - Caminhamento da captação de águas pluviais -vista das instalações horizontais, verticais e dos reservatórios.....	71
Figura 40 - Planta baixa - em azul o caminhamento horizontal da captação de água pluviais (caixas d' água e cisterna).....	72
Figura 41 - Corte esquemático (A-A) da edificação - em azul o caminhamento vertical/horizontal da alimentação dos banheiros com água captadas das chuvas	72
Figura 42 - Símbolo gráfico de água não potável em pontos de uso.....	73

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BBC - British Broadcasting Corporation
COPEA - Coordenadoria de Projetos de Engenharia e Arquitetura
CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro
ETA - Estação de Tratamento de Água
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDSC - Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades
IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano
ITR - Instituto Três Rios
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia
IM - Instituto Multidisciplinar
NBR - Norma Brasileira
PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
RH - Recursos Humanos
SIG - Sistema de Informações Geográficas
SIBBr - Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira
SNIS - Sistema Nacional de informações sobre Saneamento
ONU - Organização das Nações Unidas
ODS - Objetivos de desenvolvimento Sustentável
PURA - Programa de Uso Racional da Água
UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UFLA - Universidade Federal de Lavras
UOL - Universo Online
UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	Justificativa.....	4
1.2.	Objetivos	4
1.2.1.	Objetivo Geral	4
1.2.2.	Objetivos Específicos	5
1.3.	Estruturação da Dissertação	5
2.	REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
2.1.	Escassez de Recursos Hídricos.....	6
2.2.	Recursos hídricos no Brasil.....	7
2.3.	Recursos Hídricos no Estado do Rio de Janeiro.....	15
2.3.1.	Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro – Cedae - RJ.....	16
2.3.2.	Concessionária Águas do Rio.....	19
2.4.	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	20
2.4.1.	O ODS 6 e suas metas	21
2.5.	Incentivos à Captação da Água de Chuva	22
2.5.1.	Incentivo à Captação da Água da Chuva no Brasil	23
2.5.2.	Incentivo à captação da água da chuva no Estado do Rio de Janeiro	26
2.5.3.	Países que utilizam o Sistema de Captação de Água da Chuva	28
2.6.	Sistema de Captação de Água de Chuva	32
2.6.1.	Coleta de água de chuva a partir de telhados	33
2.6.2.	Calhas para captação de águas pluviais.....	34
2.6.3.	Elementos que compõem o sistema de captação da água da chuva após o telhado ...	35
2.6.4.	Manutenção do Sistema.....	36
2.6.5.	Qualidade da água para fins não potáveis	37
2.6.6.	Uso para fins não potáveis.....	37
2.7.	Métodos para o dimensionamento de reservatório	38
2.8.	Normas para Coleta de Água de chuva	41
3.	METODOLOGIA	43
3.1.	Fundamentação Teórica e Levantamento Bibliográfico.....	43
3.2.	Processamento de Dados Orbitais: QGIS e Plataformas Google	44
3.3.	Levantamento de campo e caracterização da área.....	44
3.4.	Pesquisa documental: projetos e mapas físicos da universidade.....	44
3.5.	Tratamento das evidências	44

4.	ÁREA DE ESTUDO	45
4.1.	Caracterização da Área de Estudo	45
4.2.	Objeto de Estudo	46
4.3.	Identificação e análise da área de captação	47
4.4.	Área da cobertura e tipo do material dos telhados	48
5.	ANÁLISE E DISCUSSÃO	52
5.1.	Análise de Dados Pluviométricos	52
5.2.	Previsão de captação de água de chuva	58
5.3.	Previsão de Consumo de água potável	58
5.4.	Consumo de água não potável	61
5.5.	Dimensionamento do reservatório	64
5.6.	Estimativa do potencial de utilização de água pluvial - software Netuno 4.0	68
5.7.	Justificativa Técnico-Econômica	70
5.8.	Caminhamento das Instalações	71
5.9.	Rede de distribuição e sinalização	73
5.10.	Orçamento estimativo	74
5.11.	Análise do Custo de implantação	75
5.12.	Cálculo	76
5.13.	Análise final de viabilidade	81
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
	APÊNDICE A – Estações pluviométricas consultadas	95
	APÊNDICE B – Orçamento estimativo	96
	APÊNDICE C – Composição do BDI	102
	ANEXO A – Legislação	103

1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são essenciais para a manutenção da vida e para o desenvolvimento das atividades humanas. Além de sua relevância ecológica, a água constitui um recurso de elevado valor econômico e social, cuja gestão é realizada sob domínio público. A regulação, de responsabilidade das esferas federal, estadual e distrital, busca garantir o uso sustentável em benefício dos usuários atuais e das futuras gerações.

Nesse sentido, a importância dos recursos hídricos é amplamente destacada por Paz, Teodoro e Mendonça (2000), ao afirmarem que a água é indispensável à sobrevivência dos seres vivos e ao equilíbrio dos ecossistemas naturais, desempenhando funções vitais como solvente universal, regulador climático e elemento estrutural dos organismos. Entretanto, esses autores alertam que esse recurso vem sendo progressivamente degradado e reduzido devido às ações antrópicas sobre as bacias hidrográficas, comprometendo a disponibilidade hídrica e a qualidade ambiental.

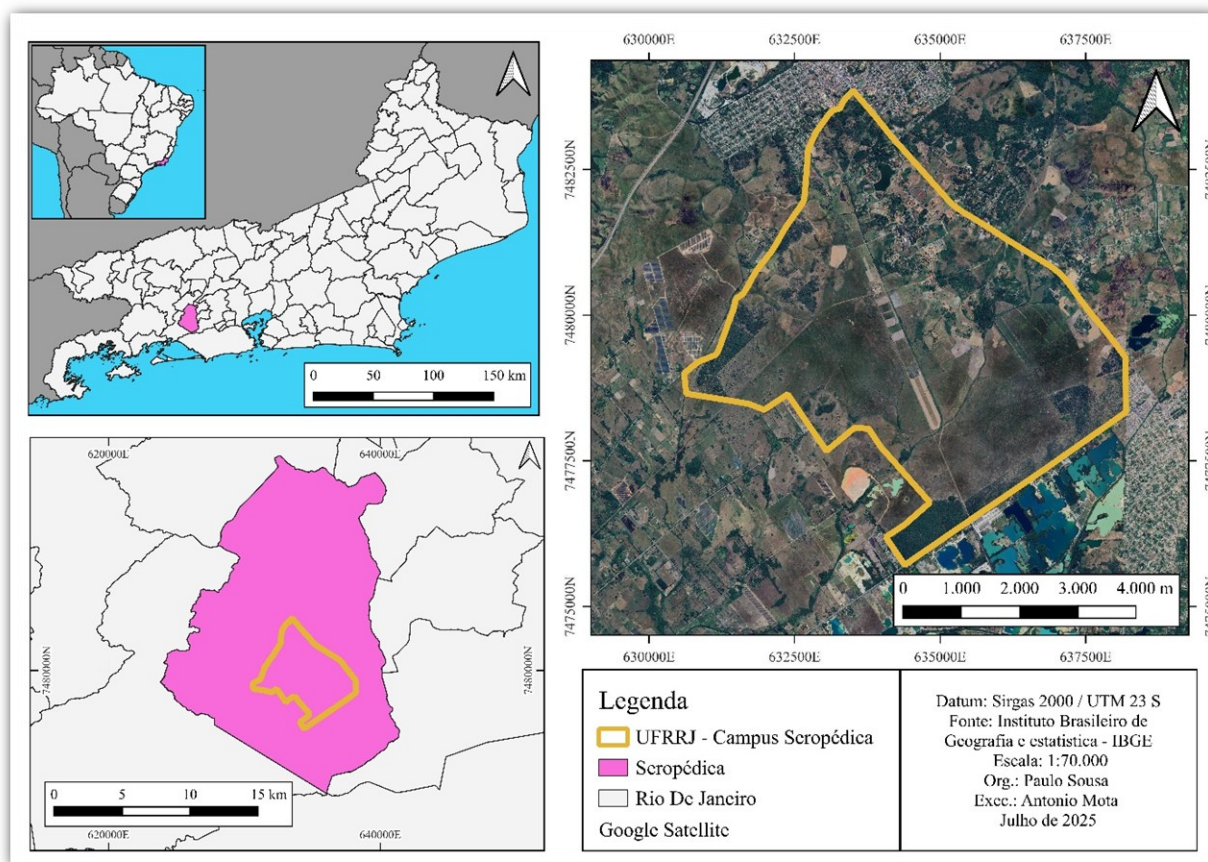
De acordo com relatório da UNESCO, (2019), o consumo global de água tem aumentado cerca de 1% ao ano desde a década de 1980, tendência que deve continuar até 2050, com projeções de crescimento entre 20% e 30% . Além disso, dados recentes indicam que cerca de 26% da população mundial, aproximadamente 2 bilhões de pessoas, não possuem acesso à água potável segura. A previsão é de que, até 2050, entre 1,7 e 2,4 bilhões de pessoas possam enfrentar condições de escassez hídrica (ONU NEWS,2023).

Nesse cenário, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 6, reforçam a necessidade de garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água para todos, integrando políticas globais à Agenda 2030 (ONU, 2024).

No contexto nacional, destaca-se a Região Hidrográfica Atlântico Sudeste, abrangendo partes dos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, representando cerca de 2,5% do território brasileiro. É a região hidrográfica mais populosa do país e concentra significativa diversidade econômica e industrial (ANA, 2024a). Nela se localiza o Sistema Guandu–Lajes–Acari, responsável pelo abastecimento de aproximadamente 8,6 milhões de habitantes na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (INEA, [2024]).

Inserida nesse espaço geográfico, a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) situa-se no município de Seropédica, no km 7 da BR-465 (Figura 1). Seu campus-sede possui cerca de 3.024 hectares, constituindo o maior campus universitário da América Latina em área física, com expressivo conjunto arquitetônico e paisagístico (SIBBR, 2020).

Figura 1 - Localização do Campus da UFRRJ - Município Seropédica /RJ



Fonte: Elaborado por Paulo Sousa / Antônio Mota (2025).

O conjunto arquitetônico da universidade em Seropédica começou a ser construído em 1939. Possui edifícios em estilo neocolonial, compostos por jardins e lagos integrados, um belo parque paisagístico (UFRRJ, [2024]). Ademais, a UFRRJ é uma renomada instituição de ensino, pesquisa e extensão no âmbito federal e abrange outros municípios como os de Nova Iguaçu, Instituto Multidisciplinar – IM; Três Rios, Instituto Três Rios – ITR e o Câmpus avançado de pesquisa em Campos dos Goytacazes.

A instituição apresenta elevado potencial para captação de águas pluviais, dado que grande parte de suas edificações possui coberturas amplas, capazes de contribuir para abastecimentos não potáveis, como irrigação, limpeza e manutenção predial. Esse potencial é reforçado pela Lei nº 13.501/2017, que acrescenta à Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) o incentivo ao aproveitamento de águas pluviais.

Diante da pressão crescente sobre os recursos hídricos e do risco de crises de abastecimento, torna-se pertinente o questionamento central desta pesquisa: para onde estão sendo direcionadas as águas pluviais provenientes dos telhados da UFRRJ e como elas podem ser aproveitadas de forma sustentável?

O acesso à água é reconhecido como direito humano essencial, devendo ser garantido

de forma segura, acessível e adequada (UNESCO, 2019). No Brasil, os principais usos da água incluem abastecimento humano, irrigação, atividades industriais, mineração, geração de energia e abastecimento animal (ANA, 2019). A gestão desses usos requer estudos contínuos e políticas eficazes de planejamento e monitoramento.

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) desenvolve estudos, levantamentos e emite normas que visam aprimorar continuamente o conhecimento sobre os usos da água, buscando assegurar o acesso equitativo ao recurso por todos os setores da sociedade (ANA, 2024b).

Sposito (2001) compreende natureza e sociedade como partes de um mesmo movimento histórico, no qual o ser humano é entendido como elemento social e não apenas como indivíduo isolado. No âmbito ambiental, o autor destaca a necessidade de maior atenção científica às novas concepções sobre os recursos naturais e humanos, especialmente no que se refere à sua esgotabilidade. Como exemplificação dessa problemática, cita as dificuldades no abastecimento de água potável nas grandes metrópoles e a crise de energia elétrica que marcou o Brasil no outono de 2001.

No contexto dos recursos hídricos, a ciência assume um papel investigativo sobre os problemas emergentes. Latour (2016) esclarece que é necessário converter aquilo que se costuma tomar como dado em questão a ser problematizada. Sob essa ótica, o escoamento das águas pluviais nos telhados da UFRRJ deixa de ser um evento trivial para se tornar o foco desta análise: busca-se mapear o destino atual desse efluente (Figura 2) a fim de viabilizar estratégias técnicas de aproveitamento (Figura 3) que respondam à crise de esgotabilidade discutida anteriormente.

Figura 2 - Águas das chuvas. Para onde essa água está sendo conduzida?



Fonte: <https://brasilit.com.br/node/476/>.

Figura 3 - Águas das chuvas. De que forma pode ser aproveitada?



Fonte: <https://www.snatural.com.br/aproveitamento-agua-chuva/>.

Nesse sentido, Latour (2016) afirma que as ciências e as técnicas devem ser compreendidas em suas relações com a história, a cultura, a economia e a política. Desse modo, as ciências naturais e humanas constituem-se como campos híbridos, sustentados por redes sociotécnicas nas quais humanos e não humanos interagem permanentemente. Latour (1994) reforça que somos “híbridos”, pois nossas ações e compreensões emergem dessas redes, onde não há separação estável entre natureza e sociedade, mas sim traduções constantes.

Nessa perspectiva, as calhas dos telhados configuram-se como um elemento técnico capaz de desempenhar funções distintas: podem simplesmente conduzir a água ao solo sem finalidade definida ou podem integrá-la a um sistema planejado de captação de uso sustentável. Stengers (2002) argumenta que a compreensão da água varia conforme os paradigmas científicos vigentes, ressaltando que as concepções tradicionais e modernas não são comparáveis de maneira linear. Feyerabend (1977), por sua vez, defende que diferentes métodos científicos devem coexistir, sem que um seja privilegiado de forma absoluta, a fim de manter aberta a possibilidade de novas soluções.

Dessa forma, a discussão proposta nesta dissertação insere-se na relação entre técnica, ciência e gestão dos recursos hídricos, refletindo sobre o uso da água da chuva nos telhados da UFRRJ como alternativa sustentável frente às pressões da demanda crescente, das limitações do abastecimento, das mudanças climáticas e da necessidade de aprimorar o planejamento e a gestão hídrica no espaço institucional.

1.1. Justificativa

Esta pesquisa justifica-se pela necessidade de promover o uso racional da água, avaliando a viabilidade de sistemas de captação e aproveitamento de águas pluviais em edificações. A proposta visa contribuir para a redução do consumo de água tratada, o que pode gerar economia financeira, diminuir o uso de recursos hídricos potáveis e promover práticas sustentáveis, alinhadas às políticas ambientais e aos ODS.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Analisar a viabilidade da captação e uso da água de chuva para fins não potáveis no Instituto Multidisciplinar da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (IM-UFRRJ), no município de Nova Iguaçu.

1.2.2. Objetivos Específicos

A fim de se atingir o objetivo geral, serão analisados os seguintes pontos:

- Realizar revisão bibliográfica;
- Pesquisar normas e legislação sobre o tema;
- Levantar dados hidrológicos em repositórios geoespaciais;
- Mensurar a área de captação por meio de imagens orbitais;
- Identificar locais adequados para implantação de sistema piloto;
- Estimar o volume potencial de água de chuva aproveitável;
- Dimensionar o reservatório;
- Estimar o custo de implantação do sistema.

1.3. Estruturação da Dissertação

Este trabalho foi desenvolvido de forma a articular fundamentos teóricos, análise espacial e avaliação técnica e econômica da implantação de um sistema de captação de águas pluviais em uma instituição pública de ensino. Inicialmente, são discutidos o contexto da água em escala global e nacional, sua importância enquanto recurso natural essencial e elemento estruturador do território, bem como os desafios relacionados à sua gestão sustentável.

Em seguida, são apresentados os principais referenciais conceituais que fundamentam a pesquisa, com ênfase nas relações entre sociedade, natureza e espaço, abordando temas como gestão hídrica, uso e ocupação do solo, governança ambiental e mercantilização da água, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 6.

A pesquisa avança com a caracterização do espaço institucional analisado, considerando aspectos físicos, climáticos e de uso, que condicionam o potencial de aproveitamento das águas pluviais. Na sequência, são descritos os procedimentos metodológicos adotados para o dimensionamento do sistema, as simulações de desempenho hídrico e a análise de viabilidade econômico-financeira.

Por fim, os resultados obtidos são discutidos à luz de estudos semelhantes, evidenciando a viabilidade técnica, econômica e ambiental do sistema proposto. As considerações finais sintetizam as contribuições do trabalho, destacando o aproveitamento de águas pluviais como estratégia de sustentabilidade, gestão racional dos recursos hídricos e planejamento territorial, reforçando o papel da Geografia na compreensão integrada das dinâmicas ambientais e institucionais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

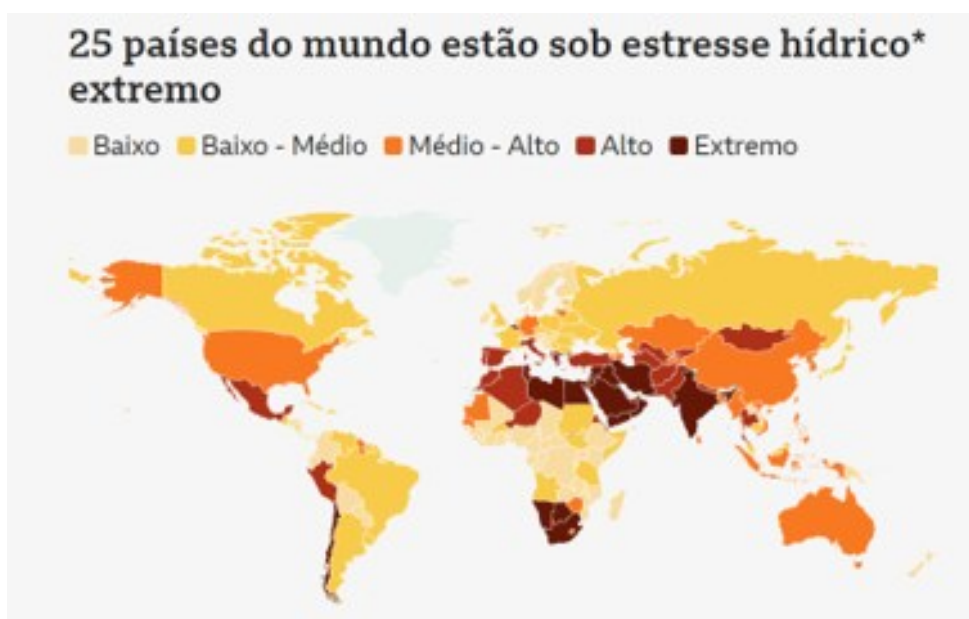
2.1. Escassez de Recursos Hídricos

De acordo com a BBC News Brasil (2024), diversas cidades e países enfrentam atualmente o que os cientistas denominam estresse hídrico, caracterizado pelo desequilíbrio entre a oferta e a demanda de água em determinada região. A demanda global por água duplicou desde 1960, ao passo que os recursos hídricos disponíveis vêm se tornando progressivamente mais escassos. As projeções indicam que, dentro de aproximadamente 25 anos, metade da população mundial poderá estar vivendo em áreas sujeitas à escassez de água.

Segundo análise do World Resources Institute citada pela BBC News Brasil (2024), 25 países no mundo já enfrentam estresse hídrico extremo. Na América Latina, o Chile encontra-se na categoria mais crítica, seguido de México e Peru, ambos classificados com elevados níveis de estresse hídrico. No Brasil, esse indicador encontra-se atualmente em nível médio/baixo, conforme apresentado na Figura 4.

Registra-se ainda que, em 2023, o México enfrentou seu ano mais seco e o Uruguai declarou emergência hídrica devido ao baixo nível de suas reservas. Em 2024, reservatórios no Chile e em grandes centros urbanos como Bogotá e Cidade do México estiveram próximos do esgotamento. Para a América Latina, estima-se que a demanda por água aumente 43% até 2050, valor superior à média mundial, projetada entre 20% e 25% (BBC, 2024).

Figura 4 - Demanda total setorial de água

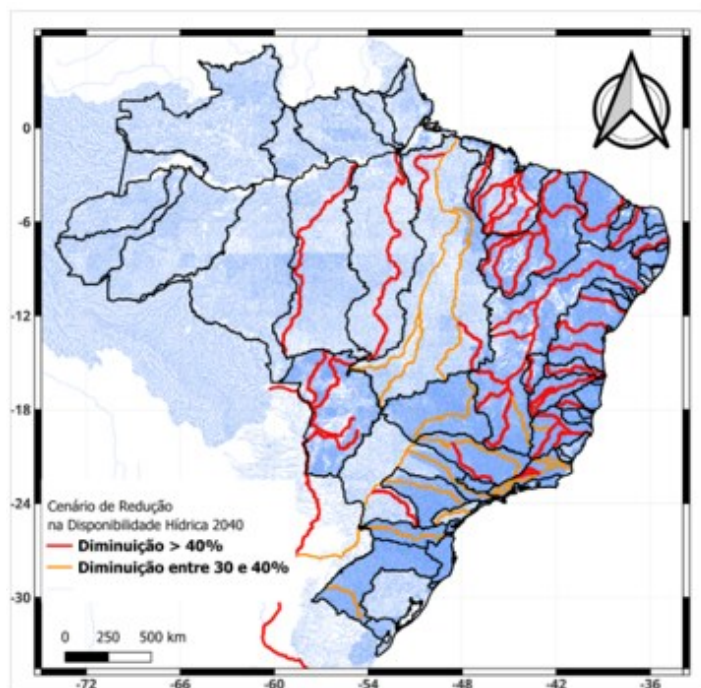


Fonte: Wold Resources Institute -BBC News Brasil.

2.2. Recursos hídricos no Brasil

No Brasil, embora o estresse hídrico seja classificado como médio/baixo, projeções da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2024c) indicam que a disponibilidade hídrica poderá reduzir-se em mais de 40% em regiões das macrorregiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e parte do Sudeste até 2040 (Figura 5).

Figura 5 - Mapa sobre o cenário de redução na disponibilidade hídrica até 2024



Fonte: ANA (2024).

Com essa redução, existe uma tendência de aumento do número de trechos de rios intermitentes (que secam temporariamente) especialmente na região Nordeste. Essas situações demandam preparação e podem afetar a geração hidrelétrica, a agricultura e o abastecimento de água nas cidades dessas regiões. Por outro lado, o Sul possui uma tendência de aumento da disponibilidade hídrica em até 5% até 2040, mas com uma maior imprevisibilidade e um aumento da frequência de cheias e inundações, como vem ocorrendo na região nos últimos anos (ANA, 2024c). Ademais, ao longo dos anos, notícias evidenciando a escassez de recursos hídricos tornaram-se constantes nas regiões do Brasil, como exemplificados pelos registros a seguir.

Na região Sudeste, o período seco iniciado em abril de 2015 impactou severamente o sistema Cantareira, em São Paulo, que registrou volumes de chuva 50% abaixo da média histórica (UOL, 2015). No Estado do Rio de Janeiro (ERJ), a crise ocorrida no final de 2014 gerou preocupação extrema quanto aos níveis do Rio Paraíba do Sul, afetando diretamente o

Sistema Guandu, do qual dependem mais de 9 milhões de pessoas (QUINTSLR, 2023) ¹.

Além dos impactos no Sistema Guandu, a estiagem prolongada em 2015 afetou drasticamente outros mananciais fluminenses. Segundo informações da Cedae veiculadas pela EBC (2015), a redução severa da vazão dos rios obrigou a execução de manobras operacionais excepcionais, resultando na diminuição da produção de água no Sistema Imunana-Laranjal e, consequentemente, afetando o fornecimento para diversos municípios da Região Metropolitana

Simultaneamente, a região Nordeste enfrentou sua pior seca em 50 anos (Figura 6), afetando severamente estados como Paraíba, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte. Segundo dados monitorados pela Agência Nacional de Águas (ANA), ao final do primeiro semestre de 2015, 316 dos cerca de 500 reservatórios da região acumulavam menos de 30% de sua capacidade total, sendo o Rio São Francisco um dos principais corpos hídricos atingidos (REVISTA NORDESTE, 2015).

Figura 6 - Efeitos da seca no Nordeste



Fonte: Revista Nordeste (2015).

Mais recentemente, em 2021, a região Sul, que em projeções de longo prazo apresenta tendência de aumento de disponibilidade, enfrentou episódios severos de escassez. No Paraná, a crise hídrica levou 13 cidades ao estado de alerta e outras 18 ao regime de racionamento de água. Segundo dados da Sanepar, a seca atingiu de forma mais grave a capital Curitiba e sua região metropolitana, além do oeste do estado, onde agricultores em cidades como Cascavel

¹ Segundo Quintslr (2023), o abastecimento da RMRJ pelo Sistema Guandu só é possível devido à infraestrutura da Light e à transposição das águas do Paraíba do Sul na Estação Elevatória de Santa Cecília. Durante a crise, o volume transposto, que era de até 119 m³, chegou a ser reduzido para 75 m³, dos quais 45 m³ são captados pela CEDAE.

foram forçados a abandonar plantações e criações de animais devido à falta crítica de recursos hídricos (PARANÁ, 2021).

O estado do Espírito Santo entrou em nível de atenção para a crise hídrica em 2024, ocasião em que o governo emitiu alertas sobre o uso consciente da água. Na oportunidade, foi publicado um decreto com orientações específicas para prefeituras, indústrias e demais órgãos institucionais, visando à economia do recurso durante o período de estiagem. Registrou-se que a região Norte do estado apresentou a situação mais crítica, com rios (Figura 7) operando em vazões significativamente baixas (TV GAZETA, 2024).

Figura 7- Crise hídrica no Espírito Santo



Fonte: TV Gazeta (2024).

Retornando ao cenário do Sudeste, em 2025, o Sistema Cantareira (Figura 8). voltou a enfrentar um de seus períodos mais críticos, evidenciando problemas estruturais² que vai além do regime de chuvas: o consumo excessivo da população³. Entre janeiro e março de 2025, a pluviosidade registrou apenas 284 milímetros, volume 45% abaixo da média histórica e significativamente inferior aos 519 mm registrados no mesmo período de 2024.

Segundo dados do Cemaden e da Sala de Situação do Estado, ao final de maio, o sistema operava com 53% de sua capacidade, reflexo de uma estiagem prolongada aliada a uma alta vazão de retirada média de 32 mil litros por segundo. Esse cenário de baixa reposição natural, com apenas 36% das chuvas previstas para o mês de maio, manteve o sistema em faixa de atenção, reforçando a urgência de uma gestão hídrica mais resiliente (JTV, 2025).

² Segundo Tomaz (2011), para a Região Metropolitana de São Paulo, o uso d'água de chuva, da água cinza e do esgoto sanitário tratado, poderia diminuir a quantidade de água importada do sistema Cantareira, pois 55% da água consumida vem de outras bacias.

Figura 8 - Crise Hídrica no Cantareira



Fonte: JTV (2025).

A catástrofe provocada pelas chuvas extremas de abril e maio de 2024 no Rio Grande do Sul (Figura 9) é considerada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) como o maior desastre natural da história do estado (ANA, 2025). De acordo com estudo publicado pela própria agência, o evento evidenciou graves deficiências no planejamento territorial, na infraestrutura de drenagem e na capacidade de adaptação do território frente a eventos hidrometeorológicos intensificados pelas mudanças climáticas (ANA, 2025). Além disso, a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), por meio de seu Observatório da Crise Climática, reforça que falhas na comunicação de risco foram um dos pontos mais críticos observados durante o enfrentamento da crise, sendo identificadas como uma fragilidade relevante na gestão do desastre (UFSM, 2025).

Além disso, análises realizadas pela rede internacional World Weather Attribution indicam que as mudanças climáticas aumentaram significativamente a probabilidade e a intensidade das enchentes que atingiram o estado, duplicando a chance de ocorrência de eventos desse porte (WWA, 2024). Tal constatação sustenta a afirmação de que eventos extremos, tanto chuvas intensas quanto secas severas, são manifestações de um regime hidrológico cada vez mais irregular, decorrente do aquecimento global.

Em função desses fatores, o desastre de 2024 evidencia que episódios de excesso de

água também podem se relacionar à problemática da escassez hídrica, seja pela perda de volumes significativos que não são armazenados ou infiltrados, seja pela contaminação dos mananciais durante as inundações, o que reduz temporariamente a disponibilidade de água potável (ANA, 2024b). Assim, torna-se urgente avançar em uma abordagem integrada e preventiva de recursos hídricos, alinhada aos princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos, de modo a preparar o território tanto para cenários de excesso quanto de escassez.

Figura 9 - Área alagada em Porto Alegre durante a enchente de 2024



Fonte: NASA (2024).

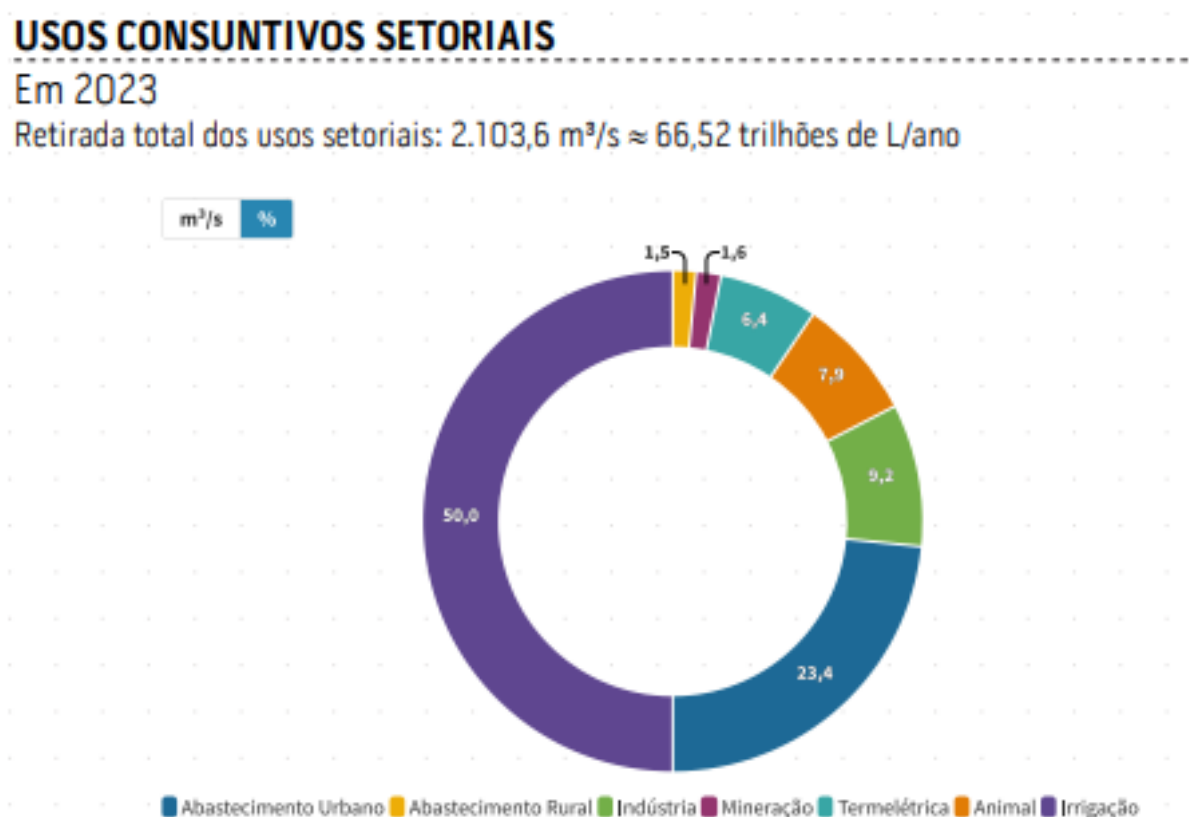
De 2021 a 2023, aproximadamente 26,7 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens no Brasil, o que corresponde a cerca de 5 vezes mais que por cheias (5,1 milhões). Foram quantificados 4.217 eventos de seca associados a danos humanos, cerca de 2 vezes mais que os de cheias (1.965). Em 2023, mais de 11 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens no Brasil, sendo contabilizados 1.497 neste ano. Em termos de danos humanos, o ano de 2023 foi mais crítico no período de 2021 a 2023, com cerca de 2,4 milhões de pessoas afetadas a mais que a média (ANA, 2024b).

Vale ressaltar que a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (IBGE, 2019) apontou que um em cada dez domicílios brasileiros com acesso à rede de distribuição sofre com a falta de água nas torneiras pelo menos uma vez por semana. Esse cenário de intermitência no abastecimento equivale a mais de 6 milhões de lares em todo o país,

evidenciando uma fragilidade estrutural que reforça a necessidade de soluções alternativas de armazenamento e captação de água (IBGE, 2019).

No Brasil, o uso consultivo setorial da água é destinado principalmente para as atividades de irrigação, abastecimento humano (urbano e rural), abastecimento animal, indústria, geração termelétrica e mineração (ANA, 2024b). Cada uso depende e pode afetar condições específicas de quantidade e de qualidade das águas. Na Figura 10 são apresentados os percentuais setoriais de consumo de água no Brasil.

Figura 10 - Consumo de água no Brasil – 2023

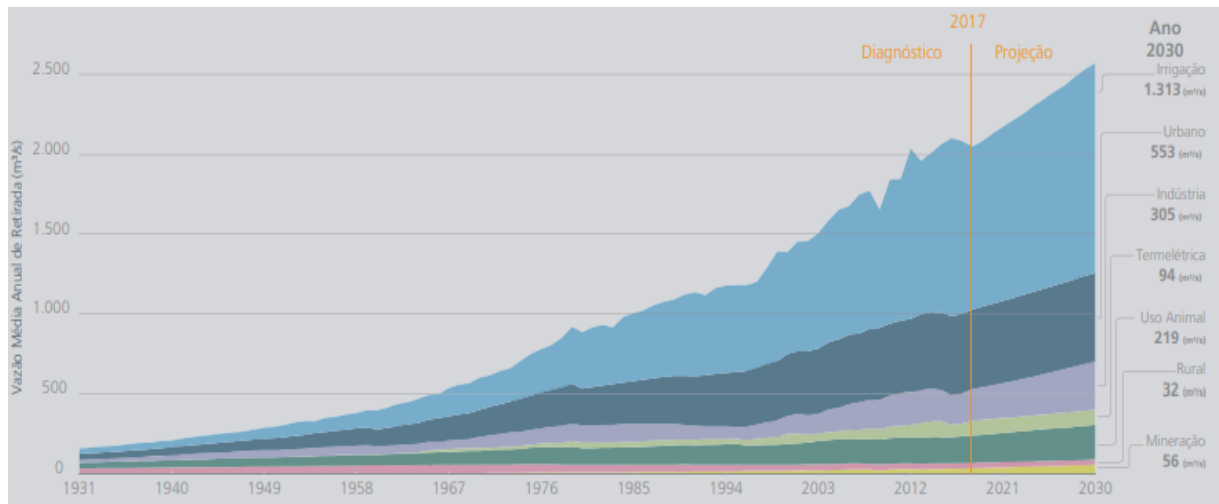


Fonte: Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil (2024).

Uma constante preocupação são as mudanças climáticas que têm colocado em risco as populações de todos os continentes. Contudo, ainda que o ciclo hidrológico se renove de maneira constante, a água para uso do ser humano está cada vez mais indisponível, escassa.

Na Figura 11 observa-se o aumento do consumo de água por setor no Brasil, com projeções até 2030. Verifica-se que o consumo cresceu em todos os segmentos da sociedade. Os dados foram extraídos do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, publicado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que apresenta um panorama das demandas hídricas nos municípios brasileiros entre 1931 e 2030 (ANA, 2019).

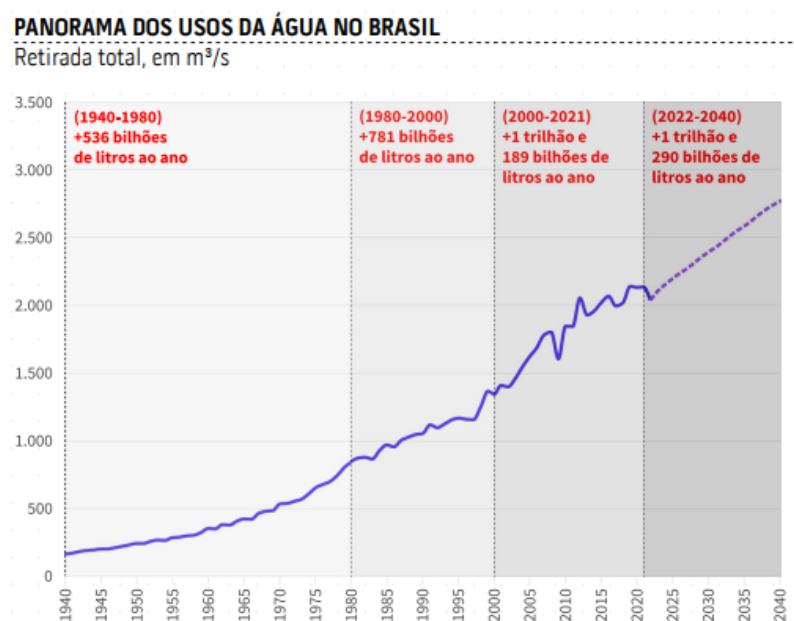
Figura 11 - Evolução de Consumo de Água no Brasil por setor entre os anos 1931 e 2030



Fonte: Manual de Uso Consuntivos da Água no Brasil (2019).

A evolução dos usos da água nas últimas décadas foi expressiva (Figura 12). As retiradas destinadas aos usos setoriais aumentaram em aproximadamente 536 bilhões de litros médios anuais entre 1940 e 1980, acelerando para 781 bilhões entre 1980 e 2000, e chegando a 1,189 trilhão entre 2000 e 2021. Para o período de 2022 a 2040, estima-se um incremento adicional de cerca de 30% nas retiradas hídricas, representando um aumento médio anual de 1,290 trilhão de litros, com destaque para a agricultura irrigada, principal responsável por essa expansão (ANA, 2024b).

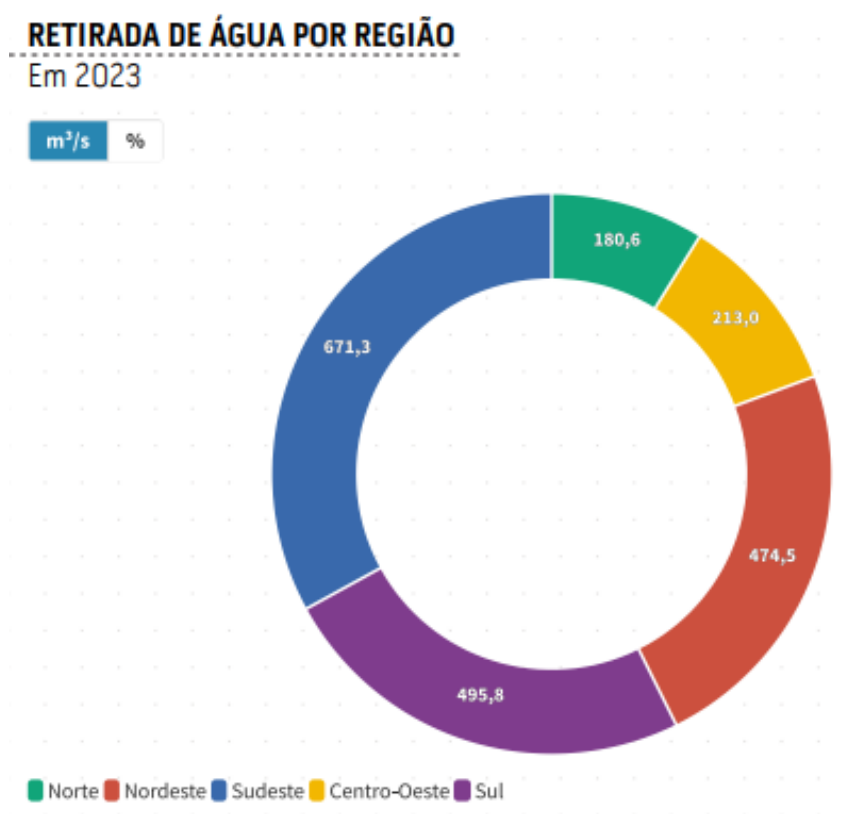
Figura 12 - Panorama do Usos da Água no Brasil



Fonte: Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil (2024).

Em 2023, as maiores demandas de água ocorreram na região Sudeste, seguida pelas regiões Sul, Nordeste, Centro-Oeste e Norte (Figura 13). Entre as unidades federativas, destacam-se o Rio Grande do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Bahia. No Rio Grande do Sul, predomina a irrigação de arroz por inundação; na Bahia e em Minas Gerais, a irrigação por pivô central; e, no estado de São Paulo, a demanda é majoritariamente direcionada ao abastecimento urbano (ANA, 2024b).

Figura 13 - Retirada de Água por Região



Fonte: Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil (2024).

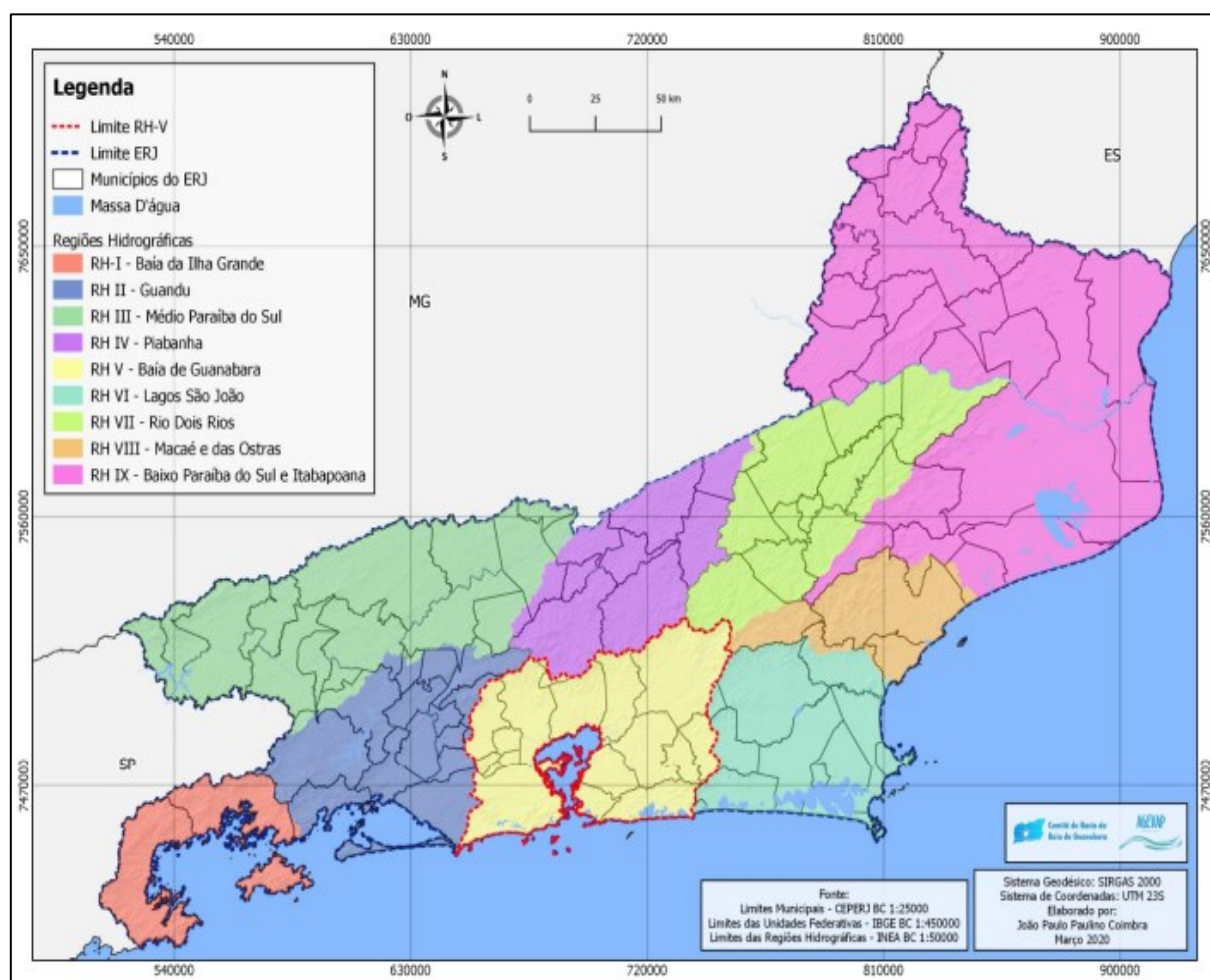
Entretanto, na região Sudeste, verifica-se a tendência de redução nas vazões associada às mudanças climáticas, especialmente na faixa litorânea, impactando a disponibilidade hídrica das bacias. Como essa região concentra a maior densidade populacional ⁴ e importantes metrópoles, como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, torna-se essencial investir em adaptação climática, uso eficiente da água, gestão integrada dos recursos hídricos e ampliação da infraestrutura hídrica, sobretudo para atendimento das populações mais vulneráveis (ANA, 2024b).

⁴ O Sudeste continua sendo a região mais populosa do país, atingindo, em 2022, 84,8 milhões de habitantes. Esse contingente representava 41,8% da população brasileira. Os três estados brasileiros mais populosos - São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro - concentram 39,9% da população brasileira. Fonte: Agência IBGE Notícias (2023).

2.3. Recursos Hídricos no Estado do Rio de Janeiro

O estado do Rio de Janeiro é composto por dez Regiões Hidrográficas (RHI a RHX) (Figura 14), dentre as quais se destaca a RH II – Bacia do Guandu, responsável pelo abastecimento de diversos municípios (Quadro 1), incluindo Nova Iguaçu, onde se localiza o campus da UFRRJ.

Figura 14 - Mapa de distribuição das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro



Fonte: AGEVAP (2021).

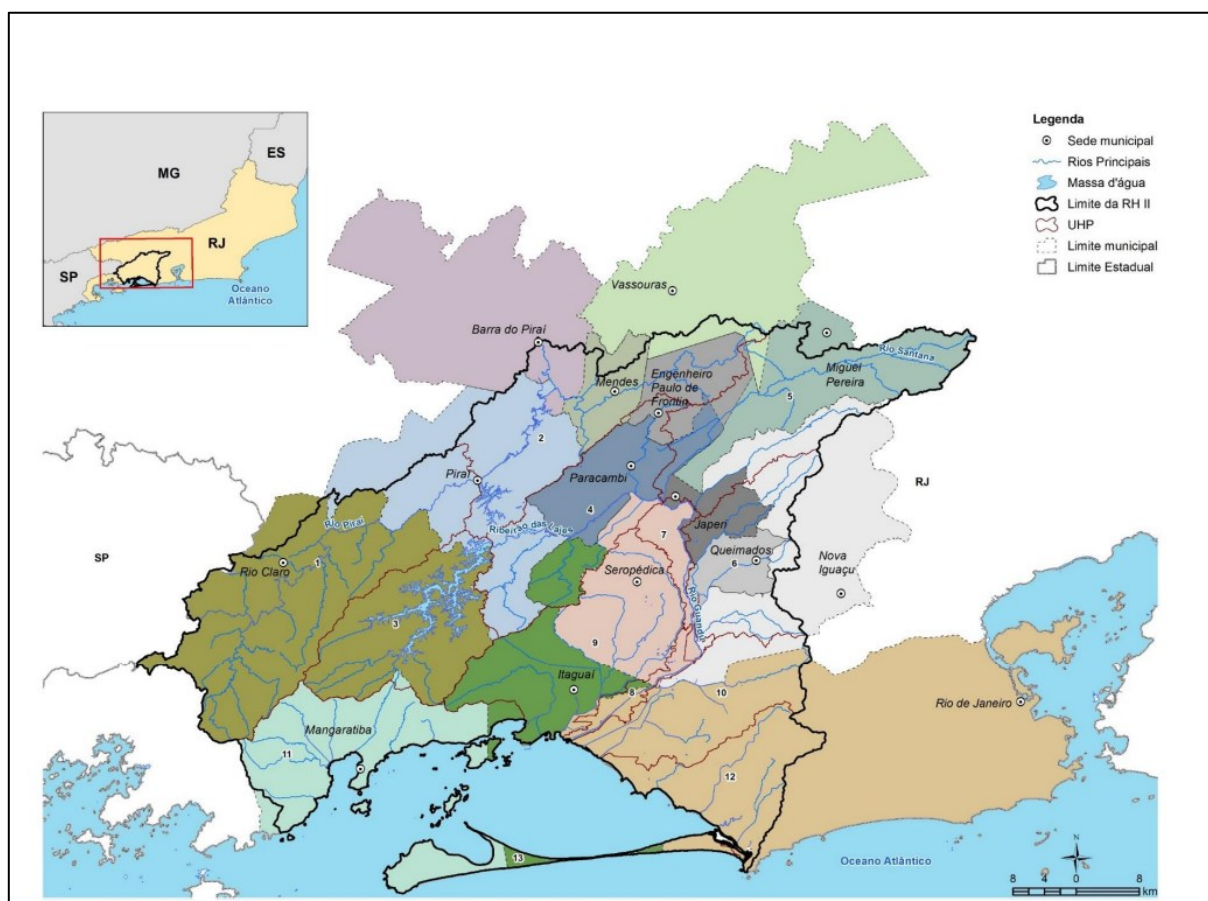
A Região Hidrográfica II (RH II) está localizada na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste, conforme a Divisão Hidrográfica Nacional instituída pela Resolução nº 32/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), ocupando uma área de 3.815,6 km², ou seja, 1,7% do território nacional (COMITÊ GUANDÚ, 2018).

A localização da RH II, assim como limites municipais, estaduais, Unidades Hidrológicas de Planejamento (UHP) e principais rios podem ser visualizados na Figura 15.

Quadro 1 - Distribuição dos Recursos Hídricos na RH II – Sistema Guandu

RH II	BACIAS
Total: Mangaratiba, Itaguaí, Seropédica, Queimados, Engenheiro Paulo de Frontin, Japeri e Paracambi.	Bacia do Santana, Bacia do São Pedro, Bacia do Macaco, Bacia do Ribeirão das Lajes, Bacia do Guandu (Canal São Francisco), Bacia do Rio da Guarda, Bacias Contribuintes à Represa de Ribeirão das Lajes, Bacia do Canal do Guandu, Bacias Contribuintes ao Litoral de Mangaratiba e de Itacuruçá, Bacia do Mazomba, Bacia do Piraquê ou Cabuçu, Bacia do Portinho, Bacias da Restinga de Marambaia, Bacia do Piraí.
Parcialmente: Miguel Pereira, Vassouras, Barra do Piraí, Mendes, Nova Iguaçu , Piraí, Rio Claro e Rio de Janeiro	

Fonte: <https://www.agevap.org.br/downloads/maparegiao.pdf> (2008).

Figura 15 - Localização da Região Hidrográfica II

Fonte: Comitê Guandu (2018).

2.3.1. Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro – Cedae - RJ

A Cedae é uma empresa de economia mista que atua na captação e tratamento de água, priorizando segurança hídrica, inovação e sustentabilidade. Durante 47 anos, a Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro foi responsável pelos serviços de saneamento

no Estado⁵, e hoje passa por uma fase histórica de reestruturação de suas atividades. Com os leilões de concessão realizados em 2021⁶, a Cedae transfere para as concessionárias os serviços de distribuição de água e tratamento de esgoto em 48 cidades do Estado, passando a concentrar sua atuação na operação dos grandes sistemas (Figura 16) produtores da Região Metropolitana (Guandu, Imunana-Laranjal, Ribeirão das Lajes e Acari), captando e tratando a água que as concessionárias distribuem à população (CEDAE, s.d.).

Figura 16 - Maior Estação de Tratamento de água do Mundo - CEDAE-RJ



Fonte: <https://cedae.com.br/acedae> (2024).

A companhia, por meio de seu programa socioambiental, incentiva a captação de água da chuva (Figura 17) como uma alternativa eficiente para o aproveitamento da água.

Ainda, de acordo com a companhia, a captação de água da chuva é uma alternativa eficiente para o aproveitamento da água, podendo reduzir pela metade as despesas de consumo. O método é indicado para atividades que não exijam água potável, como descargas, irrigação, lavagem de calçada ou carro.

Nesse contexto, a companhia convida o usuário a explorar o Mapa de Potencial do

⁵ A ETA Guandu foi incluída no Guinness Book, O Livro dos Recordes, como a maior estação de tratamento de água do mundo em produção contínua. Desde a inauguração da primeira etapa, em agosto de 1955, a ETA Guandu passou por sucessivas ampliações e melhorias técnicas que permitem hoje uma vazão de 45 mil litros por segundo, suficiente para abastecer uma população de 9 milhões de pessoas na região metropolitana.

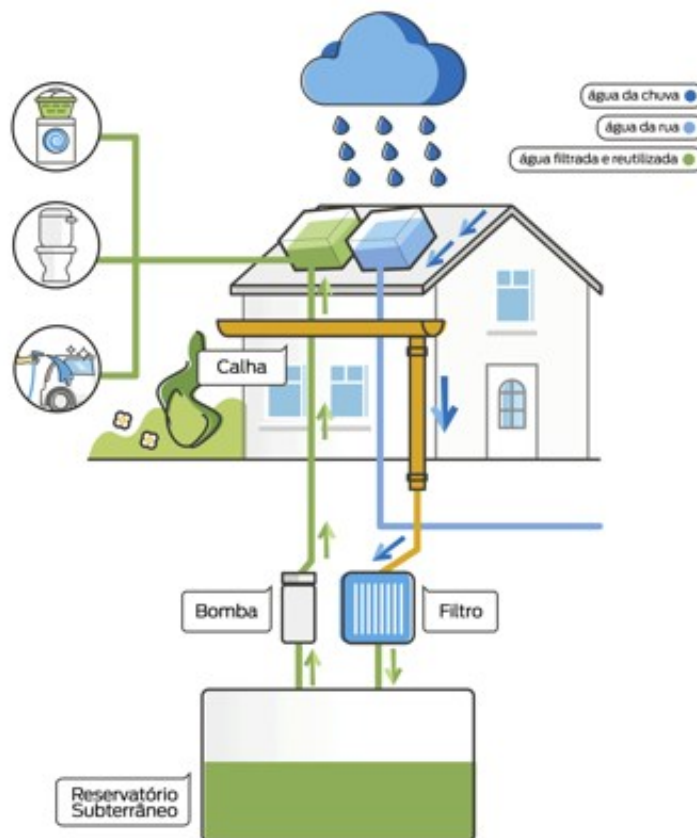
⁶ Em 2021, a Companhia Estadual de Águas e Esgotos – Cedae vendeu a concessão dos serviços de distribuição de água e saneamento em 50 municípios fluminenses, incluindo a capital. Os consórcios vencedores devem realizar investimentos de quase R\$ 30 bilhões até 2033, para assegurar o acesso à água potável a 99% da população e coletar e tratar o esgoto de 90%. O prazo de concessão é de 35 anos, com possibilidade de prorrogação. (Suyá Quintslr, 2023, pg. 227-228).

Uso de Água de Chuva, ferramenta criada pela Prefeitura do Rio de Janeiro, cujo o objetivo é o de orientar a população para o uso de águas pluviais. O mapa permite conhecer a estimativa de quantidade de água que pode ser usada na casa dos moradores da cidade e o quanto é possível economizar com essa solução (CEDAE, [s.d.]). No site : <https://www.data.rio/apps/uso-de-%C3%A1gua-de-chuva-no-rio-de-janeiro/explore>, pode-se encontrar o Mapa de Potencial do Uso de Água de Chuva , onde é possível conhecer a estimativa de quantidade de água que pode ser usada na sua casa e o quanto você pode economizar com essa solução.

Cita, ainda, que a captação da água da chuva, pode reduzir até pela metade as despesas de consumo. Aponta como vantagens do sistema:

- 1- Ajuda o meio ambiente e diminui a perda hídrica;
- 2- Evita o consumo de água potável quando não é necessário;
- 3- Economiza até metade da conta de água;
- 4- Possui diferentes capacidades de armazenamento de acordo com as necessidades;
- 5- Reforça o abastecimento em períodos de estiagem;
- 6- Pode ser instalado em ambientes rurais ou urbanos.

Figura 17 - Captação de água de chuva – CEDAE-RJ



Fonte: <https://cedae.com.br/captacaoaguachuva> (2024).

2.3.2. Concessionária Águas do Rio

A Águas do Rio, concessionária da Aegea, líder no setor privado de saneamento básico no Brasil, é responsável pelo abastecimento de água e esgotamento sanitário em 27 municípios do estado do Rio de Janeiro, incluindo 124 bairros da capital, atendendo 10 milhões de pessoas (ÁGUA DO RIO, [s.d.]).

A Aegea faz parte do Movimento + Água, a iniciativa compõe o Ambição 2030, promovido pelo Pacto Global no Brasil. Mais do que um posicionamento público, o movimento propõe uma jornada conjunta por maior controle, transparência e ações coletivas, defendendo a definição de metas como uma forma de impulsionar a transformação da sociedade para a universalização do saneamento e a segurança hídrica no país, com o objetivo de proporcionar avanços no ODS 6 – Água Potável e Saneamento (AEGEA, 2023).

Antes de prosseguirmos, é fundamental refletir sobre as implicações econômicas e políticas que envolvem o acesso à água, especialmente diante do cenário atual de concessões de serviços de abastecimento. Nesse sentido, destaca-se a contribuição de Farias (2021) em seu trabalho *“Água como mercadoria: neoliberalismo e desenvolvimento sustentável na Região dos Lagos – RJ”*, no qual a autora discute a crescente mercantilização da água no Brasil.

Segundo a autora, embora a água possua função essencial à vida, sua disponibilização como mercadoria deveria restringir-se aos custos de captação, tratamento e distribuição. No entanto, observa-se que, cada vez mais, a água tem sido tratada como um bem lucrativo, submetido às lógicas de acumulação e privatização. Assim, a função social da água torna-se dialética, pois enquanto determinados grupos defendem seu uso democrático, outros visam prioritariamente o lucro.

A autora acrescenta que, em um país marcado pela crise econômica, desemprego e insegurança alimentar, a transformação da água em mercadoria acarreta riscos significativos às populações mais vulneráveis, que podem ser impedidas de acessar um recurso essencial à sobrevivência. Além disso, ela alerta para o potencial de corrupção em processos de concessão, sejam públicos ou privados, destacando que tais operações frequentemente são apresentadas ao público como soluções técnicas e economicamente vantajosas, mas ocultam os interesses e disputas que as sustentam. Para Farias (2021), a população apenas percebe plenamente esses impactos quando o acesso à água é efetivamente comprometido.

À vista disso, a captação da água da chuva surge como estratégia relevante para promover sustentabilidade, autonomia hídrica e justiça socioambiental. Ao incentivar uma cultura de uso racional da água e reduzir a dependência das redes concessionárias, esse tipo de

solução descentralizada contribui para enfraquecer a lógica monopolista e democratizar o acesso ao recurso, reforçando seu caráter de bem comum.

2.4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Em 2015, a Organização das Nações Unidas apresentou aos países-membros uma agenda global voltada ao desenvolvimento sustentável, com o objetivo de estabelecer metas, prazos e compromissos para o enfrentamento dos principais desafios contemporâneos. A proposta envolveu governos, sociedade civil e setor privado na busca por ações que reduzissem a pobreza e a fome, mitigassem os impactos das mudanças climáticas e promovessem mais igualdade e qualidade de vida.

Conforme destaca o ICS (2024), esse compromisso internacional foi formalizado por meio dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas 169 metas associadas, tendo o ano de 2030 como horizonte temporal para seu cumprimento. Integrados e indivisíveis, os ODS abrangem os chamados 5 Ps: *Pessoas, Planeta, Prosperidade, Paz e Parcerias*.

Segundo Oliveira (2024), os 17 ODS constituem um plano de ação para 15 anos, oficializado em setembro de 2015 por 193 países, no documento intitulado *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável* (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2015). Tal agenda foi adotada na Cúpula das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, realizada na sede da ONU, em Nova Iorque.

A Figura 18 apresenta os 17 objetivos que orientam os países signatários do “Acordo de Paris” na implementação da Agenda 2030. No contexto desta pesquisa, destaca-se o **ODS 6**, que trata de *Água Potável e Saneamento*.

Figura 18 - Objetivo de Desenvolvimento Sustentável – ODS



Fonte: Nações Unidas Brasil (2023).

Conforme esclarece o Águas de Portugal (2022), “a água possui caráter transversal a todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), participando direta ou indiretamente dos 17 objetivos estabelecidos”. No que se refere ao ODS 11 — Cidades e Comunidades Sustentáveis, o portal destaca que “para que as cidades e as comunidades sejam seguras e resilientes aos efeitos das alterações climáticas, é fundamental que fomentem o crescimento sustentável”. O portal ressalta ainda que o acesso à água potável e ao saneamento é essencial para diversos aspectos da vida urbana, como agricultura, transporte e indústria, sendo o avanço da gestão dos recursos hídricos indispensável ao desenvolvimento de cidades e comunidades sustentáveis.

A Agenda 2030 aborda temas que exigem a participação conjunta do governo, da sociedade civil e do setor privado. Entretanto, a abordagem integrada e interdisciplinar dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) constitui um desafio significativo para as cidades, tanto no Brasil quanto no cenário internacional. Com o objetivo de apoiar e monitorar o cumprimento dos ODS em nível municipal, o Programa Cidades Sustentáveis (PCS) desenvolveu o Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil (IDSC-BR, 2024). Esse índice busca orientar gestores públicos na definição de metas e indicadores que favoreçam o acompanhamento sistemático dos ODS, além de auxiliar na mensuração do desempenho dos municípios e possibilitar uma análise abrangente do progresso relacionado a cada objetivo. (ENAP, 2023).

2.4.1. O ODS 6 e suas metas

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) estabelece diretrizes para assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento em escala global. Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2019), as metas que compõem este objetivo visam o enfrentamento de desafios estruturais e ambientais, sendo apresentadas detalhadamente a seguir:

Meta 6.1- Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos.

Meta 6.2- Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade.

Meta 6.3- Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a

reciclagem e reutilização segura globalmente.

Meta 6.4- Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.

Meta 6.5- Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado.

Meta 6.6- Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos.

Meta 6.a- Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso.

Meta 6.b- Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.

Diante dessas diretrizes, este trabalho enfatiza a importância da água para a subsistência humana e busca destacar soluções baseadas na natureza, especialmente considerando o expressivo potencial de captação de água da chuva no campus da UFRJ. Ressalta-se que nem sempre as políticas públicas acompanham as mudanças climáticas e seus efeitos evidenciados, por exemplo, na crise hídrica vivenciada pelo Estado do Rio de Janeiro em 2015⁷.

2.5. Incentivos à Captação da Água de Chuva

A captação de água de chuva tem se consolidado como uma estratégia fundamental para a promoção da gestão sustentável dos recursos hídricos, especialmente em contextos urbanos marcados por crescente pressão sobre os sistemas de abastecimento. Além de reduzir a demanda sobre fontes convencionais, essa prática contribui para minimizar problemas de drenagem, diminuir riscos de alagamentos e otimizar o uso da água para fins não potáveis. No Brasil, iniciativas públicas, marcos normativos e programas de incentivo têm ampliado o reconhecimento da importância desses sistemas, orientando tanto edificações residenciais quanto instituições e empreendimentos a adotarem soluções de aproveitamento das águas

⁷ Jornal Nacional - Estado do Rio de Janeiro vive pior crise hídrica da sua história <https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2015/10/estado-do-rio-de-janeiro-vive-pior-crise-hidrica-da-sua-historia.html>

pluviais. Nesse cenário, a captação de água de chuva deixa de ser apenas uma alternativa complementar e passa a integrar políticas de sustentabilidade, eficiência hídrica e resiliência urbana.

2.5.1. Incentivo à Captação da Água da Chuva no Brasil

No entendimento de Giacchini (2010), a água da chuva constitui uma das formas de ocorrência da água na natureza e integra o ciclo hidrológico, desempenhando papel essencial na recarga de rios e aquíferos, no desenvolvimento da vegetação e na remoção de partículas de poeira e poluentes suspensos na atmosfera. Ainda conforme a autora, o aproveitamento da água de chuva é uma prática milenar, adotada por civilizações como os Astecas, Maias e Incas, constituindo-se na principal fonte de abastecimento de água. Giacchini (2010) cita Tomaz (2003), que relata um dos registros mais antigos do aproveitamento da água de chuva, datado de 850 a.C., nas inscrições da Pedra Moabita, no Oriente Médio, onde o rei Mesha recomendava a construção de reservatórios de água de chuva em cada residência. O autor faz referência ainda ao palácio de Knossos, na Ilha de Creta, onde, por volta de 2.000 a.C., a água da chuva já era utilizada para a descarga das bacias sanitárias.

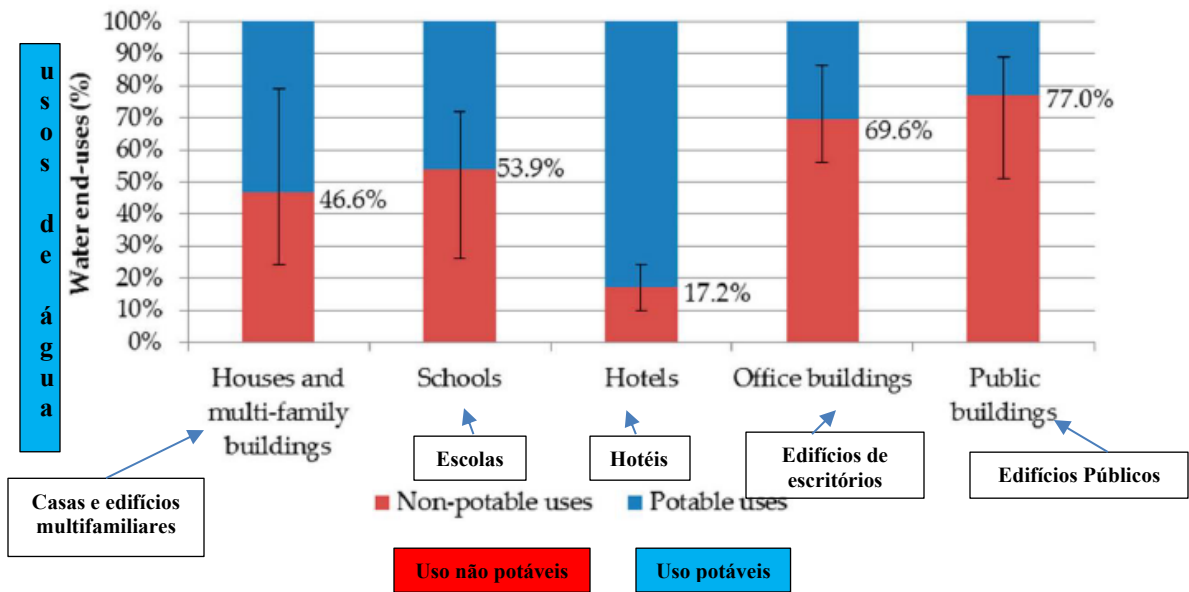
De acordo com o Informe Anual Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2024, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) tem apoiado os Comitês de Bacias Hidrográficas na implementação de ações de reúso e aproveitamento de água previstas nos respectivos Planos de Recursos Hídricos. Entre essas iniciativas, destaca-se o financiamento e acompanhamento de estudos para avaliação de alternativas de destinação de efluentes sanitários tratados em municípios da Bacia do Rio Grande, concluídos em 2022, considerando que alguns corpos hídricos apresentam baixa capacidade de diluição da carga orgânica residual.

Outras ações estão em curso, incluindo a elaboração de um decreto no âmbito da Política Federal de Saneamento Básico que estabelecerá condições para adoção obrigatória do uso de água de chuva e do reúso de águas cinzas não potáveis em novas edificações, bem como seu uso em atividades agrícolas, paisagísticas, industriais e florestais (ANA, 2024b).

No Brasil, o dimensionamento e a implementação de sistemas de aproveitamento de água pluvial em áreas urbanas são regulamentados pela ABNT NBR 15527:2019 – Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis.

O potencial de economia de água potável depende diretamente dos usos finais. Pesquisas em edifícios residenciais, escolares, hoteleiros, comerciais e públicos demonstram que há diversos usos adequados para água não potável (GHISI *et al.*, 2018), conforme apresentado na Figura 19.

Figura 19 - Usos finais de água potável e não potável em diferentes tipos de edificações no Brasil



Fonte: Adaptado de (GHISI *et al.*, 2018).

Além disso, o Brasil possui instrumentos legais que incentivam o uso da água da chuva, como a Lei Federal nº 13.501/2017, que alterou a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) incluindo o aproveitamento de águas pluviais entre seus objetivos.

Atualmente, ao menos 18 estados e o Distrito Federal possuem legislações específicas que incentivam práticas de captação e uso racional da água. O Quadro 2 apresenta uma síntese dessas normas.

Quadro 2 - Leis de incentivo à captação de água de chuva nos Estados - Brasil

Estado	Lei
Alagoas	Lei nº 7.590/2014 – Institui, no estado de alagoas o programa de Conservação e Uso da Água nas Edificações Públicas e Privadas. Art.6º As ações compreendem: I- A captação, armazenamento e utilização de água proveniente das chuvas; Art.7º A água de chuva será utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, tais como: I- Regar jardins e hortas; II- Lavagem de roupas III- Lavagem de veículos; e IV- Lavagem de vidros, calçadas e pisos.
Amazonas	Lei ordinária 4.570/2018 obrigatoriedade de os imóveis, com 300m² ou mais de área construída, instalarem SAAC no âmbito do Estado do Amazonas. Revogada em 02 de agosto de 2023.

Bahia	Lei 13.581/2016 – Dispõe sobre a instalação de SAAC nas unidades habitacionais construídas pelo governo do estado da Bahia. Art. 1º Todas as unidades habitacionais a serem construídas pelo Governo do Estado da Bahia serão dotadas de um sistema de aproveitamento das águas da chuva, que consistirá na instalação de reservatórios para captação de águas pluviais com a finalidade de utilizá-las restritivamente de forma não-potável.
Ceará	Lei 16.033/2016 – dispõe sobre a Política de Reuso de Água Não Potável no âmbito do Estado do Ceará. Art. 15. Será instituído programa de utilização da água da chuva em prédios públicos, órgãos de Estado e escolas públicas, incluindo captação, armazenamento e uso da água da chuva para atividade do corpo de bombeiros.
Distrito Federal	Lei distrital 4.181/2008 cria o “Programa de Captação de Água de Chuva” cujos objetivos são a captação, o armazenamento e a utilização das águas pelas edificações urbanas. Lei distrital 4.671/2011, dispõe sobre a obrigatoriedade das instalações de reservatórios de captação de águas pluviais para as unidades habitacionais e comerciais Distrito Federal.
Mato Grosso	Lei 10.799/2019 Dispõe sobre a instalação de sistemas de conservação e uso racional da água nos edifícios públicos do Estado do Mato Grosso. Art. 5º as caixas coletoras de água da chuva serão separadas das caixas coletoras de água potável, sendo que a utilização da água da chuva será para usos secundários como lavagem de prédios, irrigação de jardins, limpeza, banheiros etc.
Paraíba	Lei 10.565/2015 – Dispõe sobre a instalação de sistemas de captação e armazenamento de águas da chuva, com o intuito de serem usados na finalidade industrial, em todas as indústrias já existentes e nas que virão a ser instaladas no Estado da Paraíba. Art. 1º Ficam todas novas indústrias a serem estabelecidas no Estado da Paraíba obrigados a instalar sistema de captação e armazenamento das águas da chuva. Art. 3º Ficam todas as empresas já instaladas no Estado da Paraíba, obrigadas a instalarem os supracitados sistemas, nas seguintes condições e prazos:
Pernambuco	Lei 15.630/2015 – Torna obrigatória a instalação de sistema de captação de água de chuva para tratamento e reutilização da água empregada na lavagem de veículos pelos estabelecimentos comerciais que prestam este serviço. Pernambuco.

	Art. 1º Ficam as empresas prestadoras de serviços de lavagem de veículos, postos de abastecimento de combustível e demais empresas que executam atividade de lavagem de veículo, obrigadas a instalar sistema de captação de água de chuva.
São Paulo	Lei 17.394/2021- dispõe sobre o Poder Executivo, por meio do órgão responsável, inserir nos projetos arquitetônicos dos órgãos do Estado a instalação de sistema de coleta para captação da água de chuva. São Paulo. Parágrafo único – A água coletada servirá para a limpeza dos espaços físicos diversos, jardinagem e também reaproveitamento nas descargas dos sanitários
Tocantins	Lei 3.261/2017 Estabelece a política Estadual de Captação, armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e define normas gerais para sua promoção. Tocantins. Art. 5º As novas edificações a serem construídas pelo Estado ou Município, bem como os programas habitacionais por estes implementados poderão dispor de sistemas de abastecimento por fontes alternativas. Art. 6º A construção, ampliação ou remodelação de espaços públicos urbanos e rurais, bem como os serviços públicos de irrigação paisagística e lavagem de vias e logradouros em áreas de domínio público poderão utilizar, parcial ou totalmente, água de reuso ou de chuva como fonte de abastecimento.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

2.5.2. Incentivo à captação da água da chuva no Estado do Rio de Janeiro

No Estado do Rio de Janeiro, diversas legislações tratam do incentivo ao uso de água da chuva, reunidas no Quadro 3 .

Quadro 3 - Leis e Decreto de Incentivo a Captação de Água de Chuva no Estado do Rio de Janeiro

Lei 4.248/2003	Art. 2º O programa de Captação de Águas Pluviais terá como finalidade oferecer, aos habitantes das cidades do Estado do Rio de Janeiro, educação e treinamento visando a captação de águas pluviais, permitindo que as pessoas se conscientizem da importância do ciclo das águas.
Lei 4.393/2004	Dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivos para captação de águas da chuva e outras providências. Art. 1º Projetos de empreendimentos residenciais que abriguem mais de 50 famílias ou nos comerciais com mais de 50 m² de área construída, no Estado do Rio de Janeiro.
Lei nº 6.034/2011	Dispõe sobre a obrigatoriedade dos postos de combustíveis, lava rápidos, transportadoras e empresas de ônibus urbanos

	intermunicipais e interestaduais, localizados no Estado do Rio de Janeiro, instalem equipamentos de tratamento e reutilização da água usada na lavagem de veículos.
Lei 7.307/2016	Art. 2º Parágrafo único. Fica obrigada a realização de obras de reforma de adequação ao uso de energia solar e nos estádios esportivos e arenas esportivas, já existentes no Estado do Rio de Janeiro, no prazo de 1 (um) ano, a contar da data de publicação desta Lei.
Lei 7.987/2018	Art. 2º Torna-se obrigatória a adaptação dos estaleiros quanto a reutilização das águas. § 1º Esta adaptação deverá contar com um tanque de captação suficiente para o armazenamento da água de chuva coletada pelas canaletas e calhas das edificações e/ou utilização de qualquer outra tecnologia de produção de água através de uma estação de tratamentos de água do mar, onde o efluente passará por um processo de filtragem e cloração, gerando o subproduto conhecido como Água de Reuso.
Lei 8.429/2019	Obrigatoriedade de os postos de combustíveis terem dispositivos para captação de águas da chuva.
Lei nº 9.164/2020	Regulamenta os procedimentos para armazenamento e retardo de água de chuva em perímetros urbanos para aproveitamento e postergação de sua descarga na rede pública, além da acumulação de água cinza clara para seu tratamento e uso em fins cuja água não necessite ter caráter potável consoante as normas técnicas.
Decreto 47.403/2020	Dispõe sobre a política de reuso de água para fins não potáveis no âmbito do Estado do Rio de Janeiro. Art. 1º Estabelecer a política de reuso de água para fins não potáveis, com o objetivo de viabilizar e estimular a sua prática no Estado do Rio de Janeiro. Art. 2º Para efeito deste decreto serão observadas as seguintes definições: XIV - aproveitamento de água de chuva: captação de água de chuva das calhas dos telhados, pátios, estacionamentos, entre outras superfícies, para uso em fins não potáveis.

Fonte: <https://leisestaduais.com.br/rj> (2024).

Segundo Costa *et al.* (2021), no âmbito municipal, 72 municípios brasileiros, além do Distrito Federal, possuem legislações sobre captação de água pluvial, variando entre incentivos fiscais, como descontos no IPTU, e obrigatoriedade de implantação de sistemas.

- No Município do Rio de Janeiro, o Decreto nº 23.940 exige que edificações com mais de 500 m² impermeabilizados instalem reservatórios para retardar o escoamento pluvial, com possibilidade de uso da água para fins não potáveis.
- Em Seropédica, a Lei Municipal nº 526/2014 institui o Programa IPTU Verde, que prevê desconto de até 3% para imóveis com sistema de captação de água da chuva.

- Em Nova Iguaçu, a Lei Municipal nº 4092/2001 incentiva o aproveitamento de águas pluviais em residências, indústrias e repartições públicas, além da obrigatoriedade de reservatórios para lotes acima de 500 m².
- No Município de Campos dos Goytacazes, o Decreto nº 63/2015 regulamenta o uso da NBR 15527/2019 como referência para sistemas de captação e uso de água da chuva em novas e antigas edificações.

2.5.3. Países que utilizam o Sistema de Captação de Água da Chuva

O aproveitamento de águas pluviais consolidou-se internacionalmente como uma estratégia para mitigar a pressão sobre os mananciais hídricos decorrente do crescimento populacional. Na Europa, países como Dinamarca e Alemanha já apresentam essa prática integrada ao consumo residencial e industrial, com destaque para a Inglaterra, onde estruturas de grande porte, como o *Millennium Dome*, captam volumes anuais superiores a 13.000 m³. Na Oceania, a cidade de Gold Coast (Austrália) obtém cerca de 8% de sua demanda total via precipitações. No cenário asiático, Cingapura destaca-se pelo uso extensivo de telhados adaptados, exemplificado pela Universidade Tecnológica de Nanyang (Figura 20), cujo design em forma de amêndoa alia isolamento térmico a um sistema de drenagem para reservatórios subterrâneos (COZER, 2019).

Figura 20 - Universidade Tecnológica de Nanyang em Cingapura



Fonte: eficienciaenergetica.blogspot.com (2025).

No Japão, o governo japonês fornece ajuda financeira para quem queira construir em sua residência um sistema de reservatório de água de chuva e ou sistemas de valas para infiltração da água da chuva (MAY, 2004).

O panorama internacional revela a escala e a maturidade do uso de águas pluviais em diferentes contextos geográficos. Conforme aponta Tomaz (2011), os Estados Unidos apresentam um cenário consolidado, com registros da *Environmental Protection Agency* (EPA) indicando a existência de mais de 200 mil sistemas de armazenamento ativos no país. Essa escala de armazenamento também é observada no Oriente Médio, onde o autor destaca reservatórios na Jordânia com capacidades que chegam a 200 mil litros, além de estruturas monumentais em Jerusalém, capazes de comportar até 2,7 milhões de litros.

No continente europeu, a Alemanha destaca-se pelo pioneirismo. Desde a década de 1980, o país institucionalizou o aproveitamento de águas pluviais para demandas não potáveis. Nessas aplicações, a água coletada é direcionada prioritariamente para o abastecimento de descargas sanitárias, máquinas de lavar, processos industriais e atividades de irrigação, reduzindo drasticamente a pressão sobre os sistemas de água tratada.

No Brasil, de acordo com dados técnicos da revista *Téchne* (2014, p.8), a Arena Pernambuco (Figura 21), situada na região metropolitana de Recife, destaca-se pelo seu avançado sistema de gestão hídrica. A edificação conta com uma estrutura de captação e tratamento de águas pluviais que recebe aproximadamente 50.000 litros diários, permitindo o reúso de 2.200 m³ de água por mês. Para fins comparativos, esse volume seria suficiente para atender uma comunidade de 11.250 moradores, considerando o consumo médio individual de 159 litros por dia, conforme dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) reproduzidos pela referida publicação.

Ainda segundo a publicação, a água recuperada é destinada a usos não potáveis, como o acionamento das descargas sanitárias, a irrigação do gramado e a higienização das arquibancadas. Além da redução dos impactos ambientais, o projeto apresenta elevada viabilidade econômica, com economia estimada em R\$ 15 milhões ao longo de 30 anos. Esse desempenho sustentável contribuiu para a obtenção da certificação *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), concedida pelo U.S. Green Building Council (USGBC).

Figura 21 - Itaipava Arena Pernambuco



Fonte: Wikipédia (2025).

Para contribuir com a gestão racional dos recursos hídricos, estratégias de reúso de água também estão presentes em alguns importantes aeroportos brasileiros como, por exemplo, o Santos Dumont, no Rio de Janeiro.

No Santos Dumont, a captação e uso de águas das chuvas minimiza os gastos de recursos hídricos. Para viabilizar a coleta, o telhado (Figura 22) do aeroporto carioca foi “transformado” em um coletor com quase 10 mil metros quadrados de área e capacidade de um milhão de litros. Segundo dados da Empresa Brasil de Comunicação (EBC, 2023), a quantidade é suficiente para suprir a demanda dos banheiros do aeroporto durante 37 dias.

Além da unidade carioca, outros 17 terminais da Rede Infraero adotam soluções similares, resultando em uma economia mensal superior a 40.000 m³. Desse total, cerca de 17.000 m³ de água utilizada para fins não potáveis são oriundos exclusivamente da coleta pluvial, reforçando a eficácia da prática para a preservação de mananciais em grandes empreendimentos urbanos (EBC, 2023).

Figura 22 - Telhado do Aeroporto Santos Dumond



Fonte: EBC (2023).

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) foi considerada, em 2016, a universidade mais sustentável do país e da América Latina (Figura 23), além de ocupar a 38ª posição mundial, segundo o UI GreenMetric World University Ranking⁸. O ranking leva em consideração seis critérios e indicadores: infraestrutura do campus e áreas verdes, consumo de energia e ações relacionadas às mudanças climáticas, gestão de resíduos (tratamento e reciclagem), uso de água, políticas de transporte e atividades acadêmicas relacionadas ao meio ambiente (UFLA, 2016a).

Além da classificação no GreenMetric, a UFLA recebeu, no mesmo ano, o certificado internacional Blue University, concedido pelo movimento global Blue Community. A universidade foi a segunda instituição do mundo a receber este selo, a primeira foi a Universidade de Berna na Suíça, em reconhecimento ao seu empenho na gestão sustentável das águas dentro do campus (UFLA, 2016b). Uma das ações desenvolvidas nesse âmbito é a coleta e o uso de águas pluviais.

⁸ O UI GreenMetric World University Ranking é um ranking de campi verdes e sustentabilidade ambiental, iniciado pela Universidade da Indonésia em 2010. Por meio de 39 indicadores em 6 critérios, o UI GreenMetric World University Rankings determina criteriosamente a classificação com base no compromisso e nas iniciativas ambientais das universidades. Fonte: <https://greenmetric.ui.ac.id/about/welcome>.

Figura 23 - Universidade Federal de Lavras



Fonte:UFLA (2025).

A Universidade Federal de Lavras (UFLA) reafirmou seu compromisso com a sustentabilidade ao conquistar a 35ª posição mundial no UI GreenMetric World University Rankings 2024, o principal ranking internacional voltado para práticas ambientais no ensino superior. A posição alcançada coloca a instituição como a 2ª universidade mais sustentável do Brasil e a 4ª na América Latina (UFLA, 2024).

No cenário global, a UFLA subiu cinco posições em relação a 2023, destacando um progresso contínuo em seus esforços sustentáveis. O ranking de 2024 contou com a participação de 1.477 universidades de 95 países, um aumento expressivo em relação às 1.183 instituições avaliadas no ano anterior (UFLA, 2024).

2.6. Sistema de Captação de Água de Chuva

O aproveitamento das precipitações pluviais é uma prática que varia conforme as características regionais e as demandas hídricas específicas de cada localidade. Em diversos contextos urbanos, essa tecnologia consolida-se como uma estratégia vital para a preservação de mananciais, permitindo a substituição de águas nobres por fontes alternativas em usos menos exigentes. Essa abordagem não apenas alivia a pressão sobre os sistemas das concessionárias, como também fortalece a resiliência das cidades diante de cenários de escassez hídrica.

Sob a ótica operacional, Fendrich (2009 apud GIACCHINI, 2010) define o aproveitamento de água pluvial como um sistema de concepção direta, baseado no ciclo de captação, tratamento físico e reserva da precipitação incidente sobre as coberturas. Segundo o

autor, a tecnologia deve obrigatoriamente seguir este roteiro técnico:

1. Interceptação da água diretamente no telhado da edificação;
2. Separação e descarte do volume inicial de lavagem da cobertura;
3. Passagem por unidades de sedimentação e filtragem para remoção de impurezas;
4. Armazenamento do volume tratado em reservatórios dimensionados;
5. Condução da água aos pontos de utilização final;
6. Previsão de extravasores para drenagem do excesso e sistema de bypass para complementação com água da rede pública em épocas de seca.

A implementação desses protocolos oferece benefícios multifatoriais que transcendem a simples economia financeira. Segundo May (2004), a estruturação correta dessas etapas possibilita a redução direta do consumo de água potável e, conseqüentemente, dos custos operacionais. Além do viés econômico, a prática contribui para o manejo de águas urbanas ao minimizar riscos de enchentes por meio do retardo do escoamento superficial, promovendo a conservação ambiental e a sustentabilidade dos recursos hídricos.

2.6.1. Coleta de água de chuva a partir de telhados

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 2015), apesar de ser uma técnica relativamente simples, o aproveitamento da água de chuva possui requisitos mínimos que devem ser respeitados para garantir o funcionamento do sistema e a qualidade dos volumes coletados.

A eficiência de um sistema de aproveitamento hídrico inicia-se na correta delimitação das superfícies de captação. Embora qualquer área impermeabilizada possa ser utilizada, coberturas inclinadas são tecnicamente preferíveis, pois otimizam o fluxo e minimizam perdas por evaporação ou acúmulo. Conforme preconiza a ABNT NBR 10844 (1989), o cálculo da área de captação para projetos pluviais deve considerar a projeção horizontal da cobertura, independentemente de sua inclinação real.

Nesse processo, a natureza do material do telhado desempenha um papel duplo: interfere na potabilidade da água captada e define o coeficiente de escoamento (C). Este parâmetro é fundamental para determinar a parcela da precipitação que efetivamente será convertida em volume aproveitável. De acordo com os fundamentos da hidráulica, valores de C próximos à unidade (1,0) são os mais desejáveis, pois indicam superfícies com baixíssima absorção, maximizando o rendimento do sistema.

Complementando a viabilidade do projeto, Tomaz (2003) destaca que a composição dos custos é diretamente influenciada por três pilares: a extensão da área de captação, o volume

necessário para suprir a demanda projetada e a tipologia do reservatório escolhido. A definição desta última etapa, em especial, deve equilibrar os recursos financeiros disponíveis com os métodos construtivos mais eficientes para a realidade do canteiro de obras.

Conforme Tomaz (2011), as informações referentes aos materiais e aos respectivos coeficientes de escoamento das telhas disponíveis no mercado podem ser observadas na Tabela 1:

Tabela 1 - Coeficiente de runoff médios

MATERIAL	COEFICIENTE DE RUNNOF
Telhas cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,8 as 0,9
Cimento amianto	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: Elaborada pelo autor com base em Plínio Tomaz (2011).

2.6.2. Calhas para captação de águas pluviais

As calhas desempenham um papel fundamental nos sistemas de captação de águas pluviais provenientes de coberturas. Sua função principal é coletar e conduzir a água precipitada sobre o telhado, direcionando-a de maneira segura e eficiente para os condutores verticais e, posteriormente, para o sistema de armazenamento.

Esses componentes são instalados ao longo das extremidades das coberturas e devem ser dimensionados de acordo com a área de captação, a intensidade pluviométrica local e as características do telhado, conforme diretrizes da NBR 10844 e recomendações presentes na NBR 15527:2019. O correto dimensionamento é essencial para evitar extravasamentos, sobrecargas e danos estruturais.

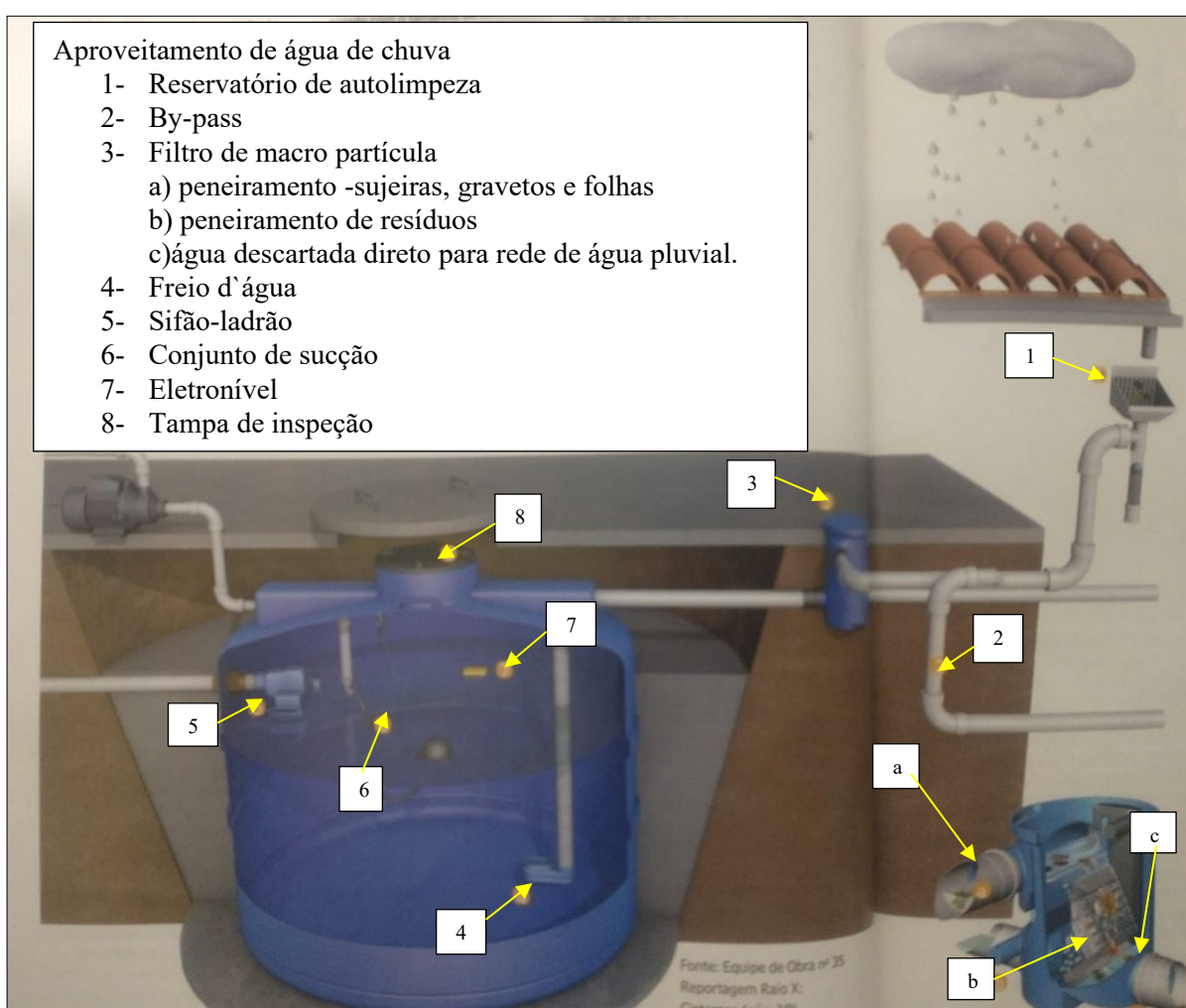
As calhas podem ser fabricadas em diversos materiais, como PVC, alumínio, aço galvanizado, e sua escolha deve considerar fatores como durabilidade, custo, facilidade de instalação, resistência à corrosão e manutenção. Além disso, a inclinação adequada ao longo do seu comprimento é indispensável para garantir o escoamento contínuo da água até os condutores, prevenindo acúmulo de resíduos, obstruções e formação de pontos de estagnação.

No contexto de sistemas de aproveitamento de água de chuva, as calhas atuam como o primeiro elemento do processo de captação, sendo responsáveis por direcionar o volume coletado para dispositivos complementares, como filtros, descarte de primeiras águas e reservatórios. Assim, uma instalação adequada contribui diretamente para a eficiência do sistema, para a qualidade da água captada e para a redução do uso de água potável nas edificações.

2.6.3. Elementos que compõem o sistema de captação da água da chuva após o telhado

Segundo as diretrizes técnicas apresentadas pela revista *Téchne* (2014, p.26-27), um sistema eficiente de captação de águas pluviais deve ser constituído por um conjunto sequencial de dispositivos instalados a partir das calhas. Esses elementos, ilustrados na Figura 24, asseguram tanto a condução adequada quanto a preservação da qualidade da água destinada a usos não potáveis. De acordo com o artigo, o sistema estruturado para esse exemplo compreende os seguintes componentes:

Figura 24 - Sistema de captação de água de chuva



Fonte: Adaptado - Revista Equipe de Obra (2014).

1. Reservatório de autolimpeza – Também conhecido como *first flush*, descarta automaticamente a primeira parte da chuva, que costuma trazer toda sujeira que estava no telhado. Na primeira chuva, esse tanque enche até o nível máximo. Em seguida, a água segue direto para o reservatório.

2. *By-pass* – O *by-pass* é usado para evitar excesso de água no sistema. Ele é conectado

antes do filtro e descarta a água em excesso direto para a galeria pluvial, evitando possível colapso do sistema.

3. Filtro de macro partícula – a) A chuva entre pelas aberturas superiores e passa entre os vãos da cascata. Em geral, os filtros possuem duas entradas para a água da chuva e peneiram a sujeira mais grossa, com folhas e gravetos. b) A água da chuva, já livre dessas impurezas maiores, passa por uma tela de aço inox que serve para reter ainda mais resíduos. O tamanho da malha é definido de acordo com o tamanho do telhado e do filtro. c) A sujeira e um pouco da água descartada seguem direto para a rede de água pluvial.

4. Freio d'água – Depois de ser filtrada, a água da chuva passa pelo freio que fica ao fundo do reservatório. A finalidade é evitar que ela se movimente demais e agite os sedimentos depositados por decantação no fundo do reservatório. A água precisa ser liberada no fundo da cisterna para levar oxigênio ao líquido estocado.

5. Sifão-ladrão - O sifão-ladrão é sempre instalado em desnível em relação à entrada de água no reservatório. Para que não gire com o movimento da água, precisa ser bem fixado à parede da cisterna. O excesso de água será descartado pelo sifão-ladrão, que também tem a função de evitar a entrada de odores e insetos no reservatório.

6. Conjunto de sucção - A sucção da água se dá pelo conjunto boia-mangueira. A boia serve para manter a mangueira na superfície e, assim, captar sempre o líquido livre de sedimentos.

7. Eletronível – O eletronível tem a função de parar a bomba quando a água atinge um nível inferior.

8. Tampa de inspeção - A tampa de inspeção deve vedar o reservatório perfeitamente e precisa ter, no mínimo, 60cm de circunferência.

2.6.4. Manutenção do Sistema

A NBR 15527/2019 – Aproveitamento de água da chuva de coberturas para fins não potáveis. No que tange aos requisitos, prevê que deve ser realizadas inspeções e manutenções periódicas de todos os componentes do sistema. A frequência da manutenção deve ser feita conforme recomendações dispostas no Quadro 4 ou de acordo com as necessidades especificadas em projeto.

Quadro 4 - Frequência de manutenção

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal
	limpeza trimestral

Dispositivo de descarte do escoamento inicial, se existir	Inspeção mensal limpeza trimestral
Calhas ^a	Inspeção semestral, limpeza quando necessário
Área de captação, condutores verticais e horizontais	Inspeção semestral, limpeza quando necessário
Dispositivos de desinfecção	Inspeção mensal
Bombas	Inspeção mensal
Reservatório	Inspeção anual, limpeza quando necessário
^a Além da limpeza, deve ser realizada verificação da existência de formação de áreas de acúmulo de água e eliminação quando necessário, para evitar a proliferação de vetores, em especial mosquitos.	

Fonte: ABNT NBR 15527 (2019): Água de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis (requisitos).

2.6.5. Qualidade da água para fins não potáveis

Outro ponto de extrema importância estabelecido pela norma refere-se aos parâmetros mínimos de qualidade que devem ser atendidos para a utilização da água de chuva em usos não potáveis, conforme apresentado na tabela a seguir.

Quadro 5 - Parâmetros mínimos de qualidade da água para usos não potáveis

Parâmetro	Valor
Escherichia coli	<200 / 100 mL
Turbidez	< 5,0 uts
pH	6,0 a 9,0

Fonte: ABNT NBR 15527 (2019): Água de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis (requisitos).

2.6.6. Uso para fins não potáveis

Em conformidade com as diretrizes para o aproveitamento de água de chuva de coberturas, os usos para fins não potáveis em edificações contemplados pela Norma NBR 15527:2019, são os seguintes:

- sistema de resfriamento a água;
- descarga de bacias sanitárias e mictórios, independente do sistema de acionamento;
- lavagem de veículo;
- lavagem de pisos;
- reserva técnica de incêndio;
- uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos);
- irrigação para fins paisagísticos.

2.7. Métodos para o dimensionamento de reservatório

O dimensionamento do reservatório constitui a etapa crítica do projeto, uma vez que a cisterna representa a parcela mais onerosa do investimento total. Por essa razão, a definição de sua capacidade fundamentava-se, primordialmente, nas diretrizes da ABNT NBR 15527 (2007). A referida norma consolidava seis metodologias distintas para o cálculo do volume: os métodos Prático Inglês, Prático Alemão, Prático Australiano, Azevedo Neto, Rippl e Simulação. Estes modelos diferenciam-se pelo nível de rigor estatístico e complexidade analítica, com especial destaque para o Método de Rippl, amplamente adotado em projetos de engenharia por oferecer margens de segurança superiores através de capacidades de armazenamento mais elevadas.

Para a execução desses cálculos, o projetista deve consolidar um conjunto de variáveis de entrada fundamentais, a saber:

- Os índices de precipitação média mensal da localidade;
- A demanda mensal projetada (podendo ser fixada ou variável conforme o perfil de uso da edificação);
- A área de contribuição das coberturas;
- O coeficiente de escoamento superficial (*runoff*), que quantifica as perdas inerentes às características do material do telhado.

É importante ressaltar que a ABNT NBR 15527 foi revisada em 2019, ocasião em que os métodos de cálculo específicos foram suprimidos do texto normativo. Na versão atual (ABNT, 2019), estabelece-se que o volume deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, mantendo a obrigatoriedade de considerar a área de captação, o regime pluviométrico e a demanda.

Dessa forma, a aplicação dos métodos contidos na edição de 2007 cumpre, neste estudo, um papel de análise técnica comparativa. Tal abordagem permite verificar o desempenho de modelos clássicos e consagrados frente às novas diretrizes de desempenho, garantindo uma fundamentação robusta para a escolha da capacidade final do sistema no Instituto Multidisciplinar.

• Método Prático Inglês

O Método Prático Inglês é um dos métodos de dimensionamento de reservatórios de água de chuva que você encontra na norma ABNT NBR 15527:2007 - Aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Ele é considerado um método

empírico e mais simplificado em comparação com outros mais detalhados. Por sua origem empírica, considera percentual de aproveitamento da precipitação média anual em relação à área de captação da água, porém não considera em sua formulação o período de seca.

A NBR 15527:2007 (e diversas publicações que a referenciam) indica a seguinte fórmula para o Método Prático Inglês:

$$V=0,05 \times P \times A, \text{ onde:}$$

V = Volume do reservatório (em litros)

P = Precipitação média anual (em milímetros, mm)

A = Área de captação em projeção (em metros quadrados, m²)

0,05 = É um fator de conversão e aproveitamento (adimensional). Esse coeficiente de 0,05 (ou 5%) já incorpora, de forma simplificada, a eficiência de captação da superfície (o coeficiente de escoamento) e a conversão de unidades (de mm e m² para litros). É um coeficiente de segurança que corresponde à fração mensal referente ao aproveitamento de 60% da precipitação anual: $60\% \times P \text{ anual} / 12 \text{ meses} = 0,05 P \text{ anual}$.

- **Método Alemão**

O Método Alemão, também conhecido como Método de Dimensionamento Simplificado (MDS), é um método mais direto que considera a área de captação, o índice pluviométrico local e um coeficiente de escoamento. Caracteriza-se por adotar um percentual de 6% do menor valor entre o volume anual aproveitável de chuva e a demanda anual de água não potável.

$$V. \text{ adotado} = \min (V, D) \times 0,06$$

Onde:

V é o volume aproveitável de água de chuva anual (L);

D é a demanda anual de água não potável (L);

V. adotado é o volume de água do reservatório (L).

- **Método de Rippl**

De acordo com Tomaz (2013), o Método de Rippl foi muito aplicado em hidrologia e foi adaptado para uso em aproveitamento de água de chuva pela facilidade de uso. Neste método podem-se usar as séries históricas mensais ou diárias.

$$S(t) = D(t) - Q(t)$$

$$Q(t) = C \times \text{Precipitação da chuva}(t) \times \text{área de captação}$$

$$V = \sum S(t), \text{ somente para valores } S(t) > 0$$

Sendo que:

$\sum D(t) < \sum Q(t)$, onde:

$S(t)$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$Q(t)$ é o volume de chuva aproveitável no tempo t ;

$D(t)$ é a demanda ou consumo no tempo t ;

V é o volume do reservatório;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

- **Método prático do professor Azevedo Neto**

Plínio Tomaz (2013), cita que o último trabalho do prof. Azevedo Neto foi o aproveitamento de água da chuva em 1995.

$V = [(P/2) / 12] \times A \times T$, onde:

P = precipitação média anual em milímetros;

T = número de meses de pouca chuva ou seca;

A = área de coleta, em metros quadrados;

V = volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, em litros.

- **Método Australiano**

Segundo a norma ABNT NBR 15527, o volume de chuva é obtido pela seguinte equação:

$Q = A \times C \times (P - I)$, onde:

C = é o coeficiente de escoamento superficial, geralmente 0,80;

P = é a precipitação média mensal;

I = é a interceptação da água que molha as superfícies e pedras por evaporação, geralmente 2mm;

A = é a área de coleta;

Q = é o volume mensal produzido pela chuva.

O cálculo do volume do reservatório é realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume do reservatório.

$VV_t = V_{t-1} + Q_t - D_t$

onde:

Q_t é o volume mensal produzido pela chuva no mês t ;

V_t é o volume de água que está no tanque no fim do mês t ;

V_{t-1} é o volume de água que está no tanque no início do mês t ;

D_t é a demanda mensal;

NOTA Para o primeiro mês, considera-se o reservatório vazio.

Quando $(V_{t-1} + Q_t - D) < 0$, então o $V_t = 0$

O volume do tanque escolhido será T .

Confiança:

$$Pr = N_r / N$$

onde:

Pr é a falha;

N_r é o número de meses em que o reservatório não atendeu à demanda, isto é, quando $V_t = 0$;

N é o número de meses considerado, geralmente 12 meses;

$$\text{Confiança} = (1 - Pr)$$

Recomenda-se que os valores de confiança estejam entre 90 % e 99 %.

- **Método da Simulação**

Segundo Tomaz (2013), no método da Simulação, para um determinado mês, aplica-se a equação de continuidade a um reservatório finito.

$$S(t) = Q(t) + S(t-1) - D(t)$$

$$Q(t) = C \times \text{precipitação da chuva (t)} \times \text{área de captação}$$

Sendo que:

$$0 \leq S(t) \leq V$$

Onde:

$S(t)$ é o volume de água no reservatório no tempo t ;

$S(t-1)$ é o volume de água no reservatório no tempo $t-1$;

$Q(t)$ é o volume de chuva no tempo t ;

$D(t)$ é o consumo ou demanda no tempo t ;

V é o volume do reservatório fixado;

C é o coeficiente de escoamento superficial.

O método requer a consideração de duas hipóteses: o reservatório estar cheio no início da contagem do tempo " t "; e os dados históricos serem representativos das condições futuras.

2.8. Normas para Coleta de Água de chuva

- **NBR 15527/2019** – Aproveitamento de água da chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos

Esta norma estabelece em seu conteúdo as definições e termos utilizados na concepção de projetos e faz referência a outras normas que possibilitam um melhor entendimento sobre o sistema. Atenta para o cálculo de disponibilidade para captação da água de chuva e os usos que esse sistema abrange, tais como: lavagem de veículos, descargas sanitárias, entre outros; dispõe sobre as calhas, pré-tratamento, reservatórios, Instalações prediais, qualidade da água, tratamento e, por fim, detalha a frequência de manutenção do sistema.

- **NBR 5626/2020** – Sistema prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção.

Esta norma contempla os sistemas de água fria e água quente em diversos pontos a serem observados e seguidos nas concepções de projeto, execução e manutenção. No caso dos sistemas de água pluviais não potáveis, a Norma 15527/2019 estabelece que as instalações devem atender à referida norma quanto aos materiais da instalação, dimensionamento, dispositivos de proteção e do bombeamento e suas especificidades.

Giachinni (2010) acrescenta que as tubulações e demais componentes devem ser diferenciados das tubulações de água potável, o sistema de água de chuva deve ser independente do sistema de água potável, os pontos de consumo devem ser de uso restrito e identificados com placa de advertência “Água não Potável” e os reservatórios de água de chuva e água potável devem ser separados.

- **NBR 10844/1989** – Instalações prediais de águas pluviais

Esta norma traz definições e condições relacionadas aos cálculos de calhas e condutores em função de fatores meteorológicos, área de contribuição e vazões.

- **NBR 16783/2019** - Uso de fontes alternativas não potáveis em edificações

Esta norma contempla pelo menos oito alternativas de água não potável e estabelece os potenciais usos. Dispõe sobre elementos de projeto de um sistema predial de água potável e enfatiza que deve ser elaborado por um profissional habilitado. Faz menção ao manual de uso, operação e manutenção do sistema.

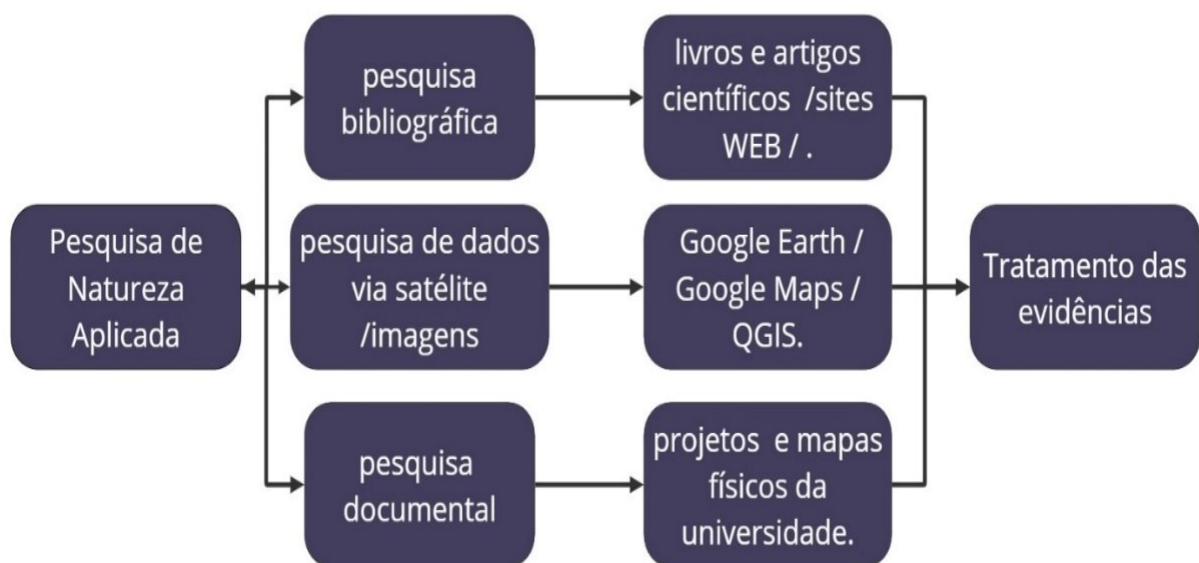
- **ABNT NBR 16.782/2019** - Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes.

Esta norma estabelece diretrizes e procedimentos para a conservação e gestão de água em edificações, estudo de viabilidade técnica e econômica, bem como plano de comunicação para conscientização dos usuários quanto a importância da conservação da água.

3. METODOLOGIA

Para alcançar o objetivo proposto utilizou-se a pesquisa de natureza aplicada, com objetivo exploratório. O tratamento dos dados ocorreu por análise de conteúdo com a perspectiva qualitativa (BARDIN, 2010). Seguindo as orientações da autora, o tratamento cumpriu as seguintes etapas: organização do material; exploração sistemática do material e tratamento das evidências. O fluxograma abaixo (Figura 25) apresenta as principais etapas percorridas nesta pesquisa.

Figura 25 - Fluxograma metodológico da pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor (2024).

3.1. Fundamentação Teórica e Levantamento Bibliográfico

- Pesquisa bibliográfica (artigos, monografias, dissertações e teses) sobre o tema “sistema de captação de águas pluviais (SCAP) para fins não potáveis” a fim de embasar a proposta da pesquisa.
- Levantar questões sobre a escassez hídrica no Brasil e no mundo com a finalidade de transmitir e conscientizar o leitor sobre os possíveis cenários catastróficos que a falta de água pode provocar, tanto para o consumo humano quanto na economia global.
- Conectar a pesquisa aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) com vistas na Agenda 2030 no Brasil, a fim de demonstrar a importância do tema sustentabilidade e destacar a ODS 6 e explorar suas metas que tratam sobre o tema “Água limpa e Saneamento”.

3.2. Processamento de Dados Orbitais: QGIS e Plataformas Google

- Mapeamento das áreas de coleta (telhados) via Google Earth;
- Mapear a localização da área de estudo (QGIS) e da estação pluviométrica mais próxima da região de estudo (Google Maps) para fins de levantamento de médias pluviométricas local (mm/h).

3.3. Levantamento de campo e caracterização da área

- Identificação da tipologia dos telhados (tipos de telhas) e verificação da disposição do conjunto (calhas e caimentos);
- Verificar se há possibilidade da instalação de um reservatório superior e inferior;
- Verificar possibilidades de by-pass na interligação do sistema de água de chuva com água potável.

3.4. Pesquisa documental: projetos e mapas físicos da universidade

- Verificar a existência de projetos das instalações hidráulicas dos banheiros e levantar dados sobre a altura dos prédios via projeto arquitetônico viabilizado pela coordenadoria de projetos da UFRRJ (COPEA), visando cálculos dos materiais de recalque da bomba;
- Levantamento via site INMET dos índices pluviométricos dos últimos 10 anos.

3.5. Tratamento das evidências

- Calcular a demanda (mm) de águas de chuva com base nos índices pluviométricos de Nova Iguaçu nos últimos 10 anos (gráficos – períodos secos/temperatura);
- Análise de relação entre a oferta (chuva) e demanda (consumo);
- Cálculo estimativo dos custos da implantação do sistema de coleta de águas pluviais;
- Utilizar o software Netuno 49 para contribuição na análise do potencial de utilização de água pluvial;
- Conclusões sobre a viabilidade da implantação do sistema de captação de águas pluviais;
- Compilação final dos resultados e conclusões da pesquisa.

⁹ Netuno - <https://labeee.ufsc.br/downloads/software/netuno>

4. ÁREA DE ESTUDO

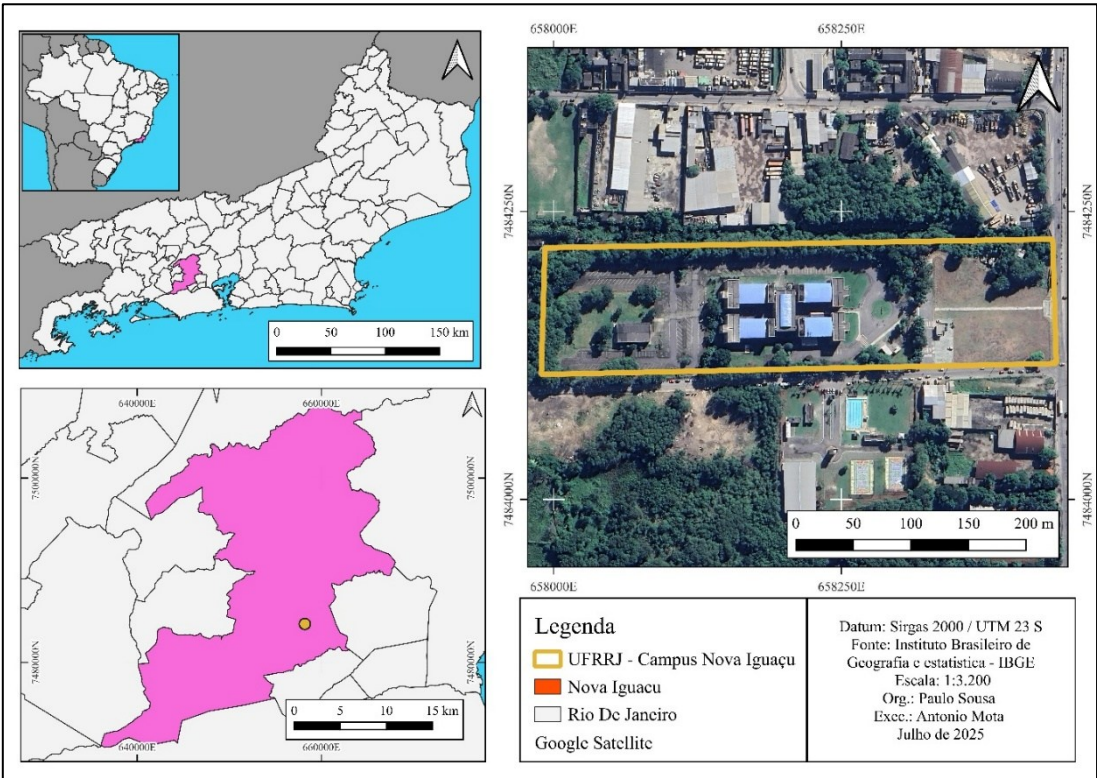
4.1. Caracterização da Área de Estudo

A região em estudo localiza-se no município de Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro (Figura 26). O município apresenta as seguintes coordenadas geográficas: latitude: 22° 45' 37,16" Sul, longitude: 43° 26' 51,82" oeste. A população estimada é de 843.046 habitantes, com uma área de 520,581 km² (IBGE, 2024).

No que tange ao Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades (IDSC-BR, 2024), o município de Nova Iguaçu apresenta um nível de desenvolvimento sustentável classificado como baixo. Entretanto, ao analisar especificamente o ODS 6 (Água Limpa e Saneamento), observa-se que o município atingiu a pontuação de 80 em 100, o que sinaliza um progresso relevante em direção às metas de universalização e eficiência hídrica.

O Insitituo Multidisciplinar (IM - UFRRJ) , fica localizado no bairro Moquetá , Avenida Governador Roberto Silveira, no município de Nova Iguaçu , ao lado do antigo Aero Clube.

Figura 26 - Mapa de Localização do Município de Nova Iguaçu e do Instituto Multidiscilpnar -UFRRJ.



Fonte: Paulo Sousa/Antonio Mota – (2025).

4.2. Objeto de Estudo

O presente estudo tem como objeto de análise os telhados das edificações pertencentes ao Instituto Multidisciplinar da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). A escolha se fundamenta na alta demanda contínua por água nas atividades acadêmicas, administrativas e operacionais do campus.

O Instituto Multidisciplinar é composto por quatro blocos principais e edificações anexas (Figura 27), cuja estrutura abriga setores administrativos, biblioteca, laboratórios de informática e multimídia, além de ambientes complementares como pós-graduação, guarita, subestação elétrica, abrigo para botijões de gás, passarelas, rampas, pátios e estacionamentos. A capacidade total de atendimento aproximada é de 5.000 estudantes (Figura 28).

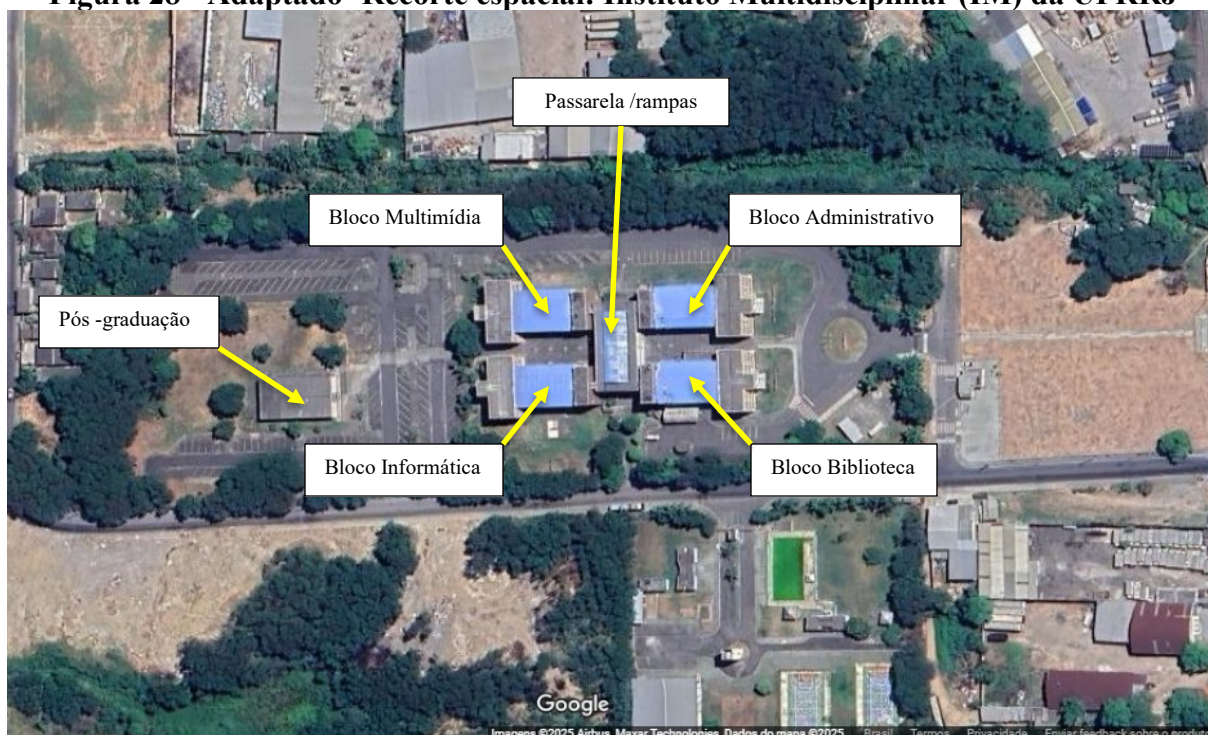
Considerando a extensão das áreas de cobertura desses edifícios, observa-se elevado potencial para implantação de um sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais, fortalecendo iniciativas institucionais de sustentabilidade hídrica.

Figura 27 - Fachada Instituto Multidisciplinar



Fonte: Site UFRRJ (2025).

Figura 28 - Adaptado -Recorte espacial: Instituto Multidisciplinar (IM) da UFRRJ



Fonte: Adaptado - Google Maps (2025).

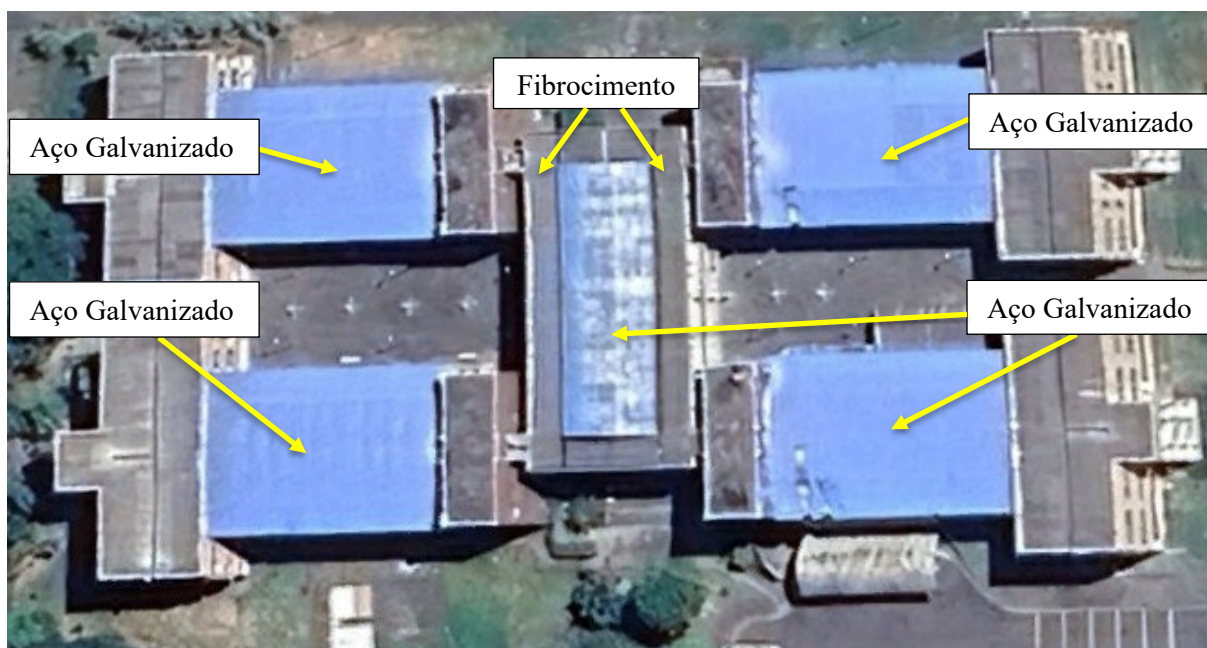
4.3. Identificação e análise da área de captação

A captação da água da chuva será realizada nos telhados dos quatro blocos principais e também na passarela de circulação. Os blocos possuem cobertura em telhas metálicas galvanizadas, enquanto a passarela apresenta cobertura mista em telhas de fibrocimento e galvanizadas. Conforme observado na Figura 29, quanto a coloração : as telhas galvanizadas apresentam-se na cor azul, enquanto as de fibrocimento são identificadas pelo tom cinza.

Outro ponto importante e promissor refere-se às áreas no entorno dos blocos, que possibilitam a instalação de cisternas sobre bases de concreto, destinadas ao armazenamento do volume captado. São áreas que se mostram estrategicamente adequadas para o assentamento dos reservatórios. A instalação é favorecida pelo potencial de aproveitamento da gravidade no escoamento do telhado para a cisterna e pela proximidade direta com os pontos de consumo, neste caso, os banheiros. Além do que, a base de concreto garante a estabilidade estrutural e o nivelamento seguro das cisternas no terreno.

Segundo Tomaz (2013), os reservatórios devem ser construídos como se fossem para armazenamento de água potável, devendo ser tomados os devidos cuidados para não contaminar a água de chuva coletada pelos telhados.

Figura 29 - Telhado de blocos, composto por telhas metálicas e fibrocimento



Fonte: Adaptado - Google Maps (2025).

4.4. Área da cobertura e tipo do material dos telhados

A determinação das áreas de captação foi realizada por meio de delimitação poligonal no software Google Earth, permitindo medir as superfícies das coberturas e identificar o tipo de material utilizado. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Área e material dos telhados

Blocos	área do telhado	Material /telha
B1	401,33	Aço Galvanizado
B2	401,33	Aço Galvanizado
B3	401,33	Aço Galvanizado
B4	401,33	Aço Galvanizado
Total	1.605,32	
Passarela	área do telhado	Material /telha
Rampa	281,44	Fibrocimento
Passarela	303,32	Aço Galvanizado
Total	584,76	

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O somatório das áreas dos telhados dos prédios com cobertura em aço galvanizado é de 1.908,64 m², enquanto os telhados de fibrocimento totalizam 281,44 m², resultando em uma área total de 2.190,08 m².

Os telhados apresentam diferenças em relação ao direcionamento da água da chuva, particularmente quanto à presença ou ausência de calhas. Observa-se que os telhados das passarelas e rampas contam com calhas para o escoamento da água pluvial (Figura 30). Já os

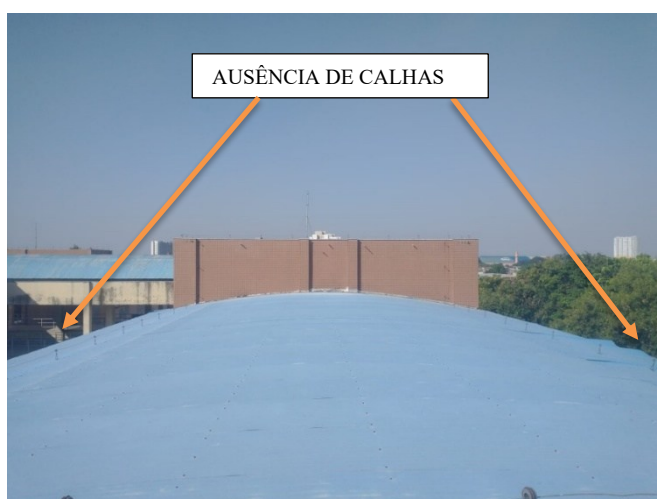
telhados dos blocos que ainda não contam com calhas (Figura 31), deverão ter esses componentes dimensionados e instalados adequadamente, a fim de garantir o direcionamento eficiente da água de chuva.

Figura 30 - Telhado sobre a passarela - com calha

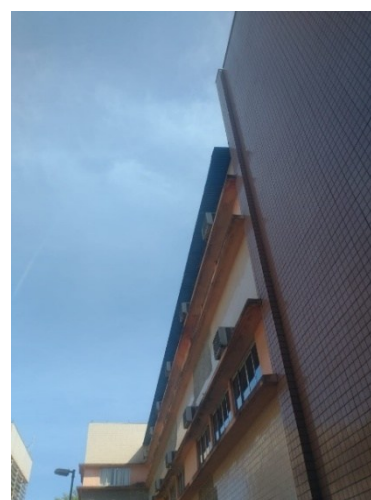


Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 31 - Vista superior e lateral do telhado sobre bloco - sem calha



(a) Vista superior do telhado sem calha



b) Vista lateral do telhado sem calha

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Atualmente, os banheiros coletivos dos quatro blocos, totalizam 91 bacias sanitárias distribuídas nos banheiros, conforme apresentadas na Tabela 3 e de 33 mictórios, Tabela 4; essas informações foram obtidas através dos projetos arquitetônicos cedidos pela Coordenadoria de Projetos de Engenharia e Arquitetura (UFRRJ/COPEA, 2025).

Tabela 3 - Informações da quantidade de bacias sanitárias existentes nos blocos

Blocos	Nº de pavimentos c/ banheiros coletivos	quant. banh.coletivo p/ pavimento	quant. bacias sanit. p/ pavimento	Total
B1 (Pav. Tipo)	3	2	8	24
B2 (Pav. Tipo)	3	2	8	24
B3 (Pav. Tipo)	3	2	8	24
B4 (Pav. Tipo)	2	2	8	19
Nota: B4 – soma-se mais 03 bacias sanitárias dos vestiários no 1º pavimento			Total bacias sanitárias	91

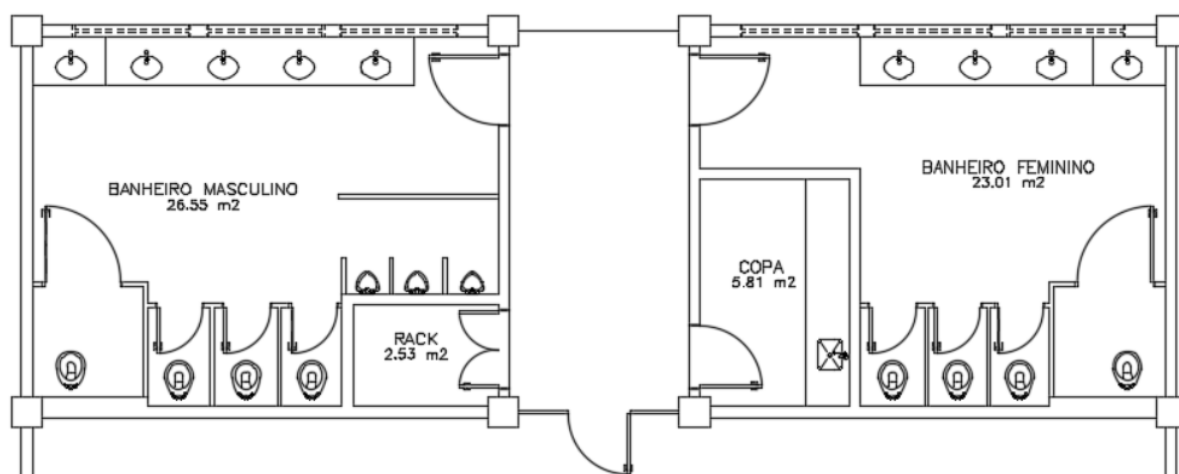
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos projetos arquitetônicos -COPEA/UFRRJ- (2025).

Tabela 4 - Informações da quantidade de mictórios existentes nos blocos

Blocos	Nº de pavimentos c/ banheiros coletivos	quant. banh masculino coletivo p/ pavimento	quant. mictórios p/ pavimento	Total
B1 (Pav. Tipo)	3	1	3	9
B2 (Pav. Tipo)	3	1	3	9
B3 (Pav. Tipo)	3	1	3	9
B4 (Pav. Tipo)	2	1	3	6
			Total mictórios	33

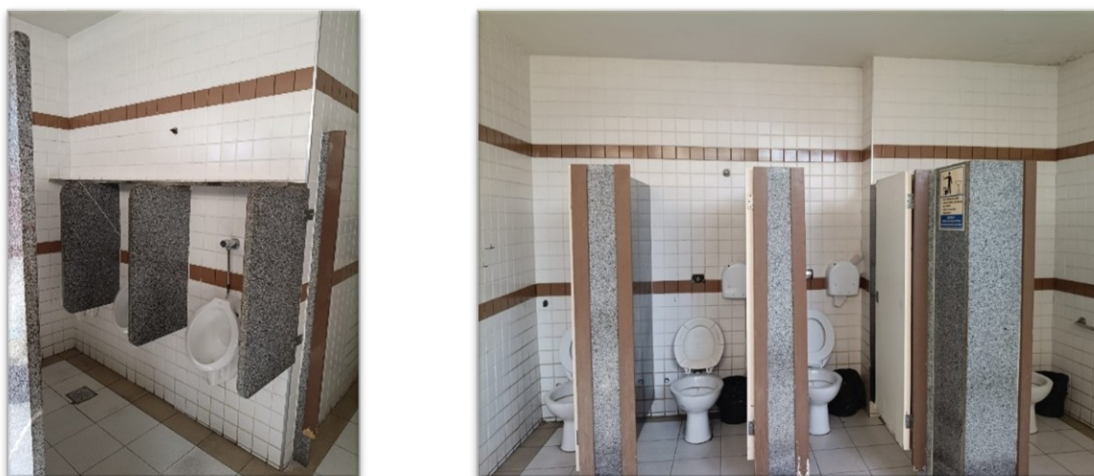
Fonte: Elaborado pelo autor com base nos projetos arquitetônicos -COPEA/UFRRJ- (2025).

A locação das bacias sanitárias e mictórios, podem ser vistas na planta baixa dos banheiros (Figura 32), e nas imagens (Figura 33) e (Figura 34):

Figura 32 - Planta baixa dos banheiros coletivos- blocos

Fonte: COPEA/UFRRJ (2025).

Figura 33 - Banheiro Masculino



(a) Mictório

(b) Bacias sanitárias

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 34 - Banheiro Feminino (bacias sanitárias)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

As bacias sanitárias são dispostas por válvulas de descarga, considerando que, segundo a Sabesp¹⁰, o consumo da válvula de descarga estando bem regulada é de 10 litros/descarga/unidade e que para os mictórios o consumo é de 2 litros/uso/unidade.

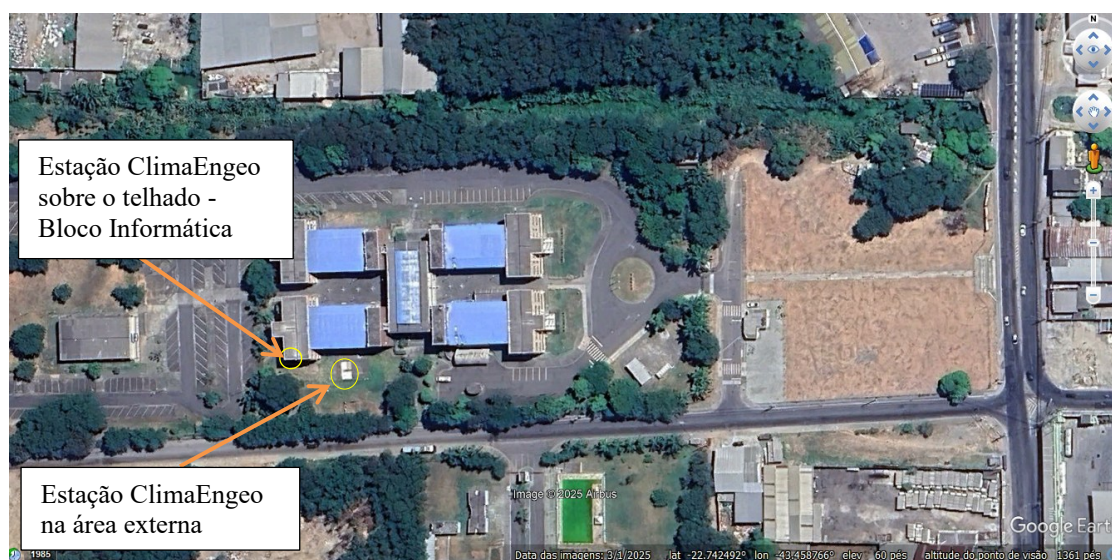
¹⁰ A Sabesp é hoje a maior empresa de saneamento do Brasil e uma das maiores do mundo. Fornecemos água, coleta e tratamento de esgotos para 375 municípios do Estado de São Paulo. Abastecemos, diariamente, 28,7 milhões de pessoas com água e 25,5 milhões de pessoas com coleta de esgotos.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO

5.1. Análise de Dados Pluviométricos

O Instituto Multidisciplinar dispõe de uma estação de dados pluviométricos, administrado pelo Laboratório de Climatologia e Ensino de Geografia – ClimaEnGeo, com localização nas dependências do campus (Figura 35). Os valores de precipitação terão como referência a média das precipitações dos últimos 10 anos e através desses dados poder verificar o histórico do comportamento das precipitações no campus do Instituto Multidisciplinar e nas proximidades do Município de Nova Iguaçu.

Figura 35 - Localização da Estação ClimaEnGeo



Fonte: Adaptado - google maps (2025).

O Laboratório de Climatologia e Ensino de Geografia (ClimaEnGeo) é uma unidade de pesquisa de uso restrito, vinculada ao Departamento de Geografia do Instituto Multidisciplinar (IM) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Instituído no ano de 2022, o laboratório atua como um braço do Laboratório Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão (LAMEPE), articulando duas áreas fundamentais da ciência geográfica: a Climatologia, focada em aspectos da geografia física, e o Ensino de Geografia, voltado ao processo formativo docente e metodológico (UFRRJ/ClimaEnGeo, 2025).

A infraestrutura do ClimaEnGeo-LAMEPE compreende dois espaços principais. O ambiente interno situa-se no primeiro andar do Bloco da Biblioteca, integrando o LAMEPE, e destina-se ao desenvolvimento de pesquisas, reuniões, aulas teóricas e práticas, além do armazenamento de equipamentos técnicos. O ambiente externo é constituído pela Estação Meteorológica, que possui uma área de referência cercada de 5×5 m implantada no terreno do

Instituto Multidisciplinar (Figura 36), seguindo as especificações técnicas para o monitoramento atmosférico (UFRRJ/ClimaEnGeo, 2025).

Ressalta-se que, embora o cercado técnico esteja posicionado no terreno do campus, a Estação Meteorológica operante para a coleta sistemática de dados sobre o tempo encontra-se instalada sobre a cobertura do Bloco da Informática (Figura 37). Esta localização estratégica permite o monitoramento contínuo e a aquisição dos dados pluviométricos necessários para o desenvolvimento de simulações hídricas e atividades acadêmicas de ensino e extensão (UFRRJ/ClimaEnGeo, 2025).

Figura 36 - Estação Metodológica do ClimaEnGeo (IM- UFRRJ)



(a) Placa de identificação da estação



(b) Vista da estação meteorológica

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Figura 37 - Posicionamento da Estação Meteorológica no Bloco de Informática (IM-UFRRJ)



(a) Localização da estação na cobertura do bloco



(b) Detalhe da instalação sobre a mureta técnica

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Segundo May (2004), para um cálculo preciso da precipitação média mensal é aconselhável a utilização de dados históricos de precipitação mensal dos últimos 10 anos.

No que tange à confiabilidade das séries de dados, Geraldi e Ghisi (2017 apud GHISI *et al.*, 2018) utilizaram uma série temporal de 30 anos da cidade de Berlim (Alemanha) como referência para comparação com séries de menor duração. Os resultados indicaram que o comprimento mínimo de série temporal de precipitação capaz de satisfazer os critérios de desempenho propostos para sistemas de captação é de dez anos.

A área de captação e o armazenamento de água de chuva, sendo influenciado pelo índice pluviométrico da região e pelo escoamento superficial, torna o sistema mais eficaz, pois quanto maior a área de captação, mais água de chuva pode ser captada.

Tratando dos índices pluviométricos na região de Nova Iguaçu, foram coletados índices na estação IM/UFRRJ ClimaEngeo – Nova Iguaçu – latitude: -22,742755 e longitude - 43,459488, dentro do campus da UFRRJ e nas estações complementares conforme Quadro 6 abaixo:

Quadro 6 - Estações localizadas próximas ao Instituto Multidisciplinar				
INFORMAÇÕES DO PLUVIÔMETRO				
Município	Estação	Código	Latitude	Longitude
Nova Iguaçu	Caioaba -Cemadem	330350002A	-22.734	-43.437
	Cobrex - Cemadem	330350010A	-22.7232	-43.4682
	Jardim Ocidental – Cemadem	330350007A	-22.709	-43.455
	Palhada -Cemadem	330350006A	-22.765	-43.523
	E.M. Herbert Moses- Cemadem	330350010A	-22,7232	-43,4682
	IM/UFRRJ ClimaEnGeo		-22,742755	-43,459488

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais- Cemaden (2025).

As médias mensais de pluviosidade referentes aos últimos 10 anos (2015-2024) estão apresentadas na Tabela 5. Na Tabela 6, por sua vez, são apresentadas as médias anuais correspondentes ao mesmo período.

Tabela 5 - Média Mensal de Pluviosidade (2015-2024)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2015	120,86	152,41	216,27	72,53	32,18	64,07	11,51	7,37	105,2	29,09	144,85	147,86
2016	247,34	155,04	118,79	16,78	43,75	91,21	0,00	31,77	23,2	47,95	230,17	193,5
2017	225,74	67,31	174,33	158,35	29,92	51,35	11,45	16,16	0,00	2,00	0,40	2,59
2018	0,20	226,00	114,4	79,60	40,2	17,98	16,8	41,12	32,79	0,00	149,95	75,87

2019	96,24	190,78	202,34	119,46	89,49	53,66	6,59	52,27	68,59	81,86	0,00	111,47
2020	140,09	292,21	171,82	18,02	47,15	5,57	30,64	38,71	39,37	0,00	147,20	260,93
2021	152,61	110,69	200,80	107,80	45,72	16,42	6,36	58,50	35,10	170,70	102,30	378,00
2022	203,40	209,40	118,85	418,50	11,70	25,00	15,79	31,36	91,20	10,50	161,41	153,60
2023	286,80	280,80	170,70	105,60	43,20	8,10	24,30	71,10	27,30	226,50	158,10	84,00
2024	532,2	237,6	178,5	2,70	31,20	47,10	20,70	53,70	3,00	124,20	170,70	244,5
Média mensal	200,55	192,22	166,68	109,93	41,45	38,05	14,41	40,21	42,58	69,28	126,51	165,23
Total Média Mensal		100,59										

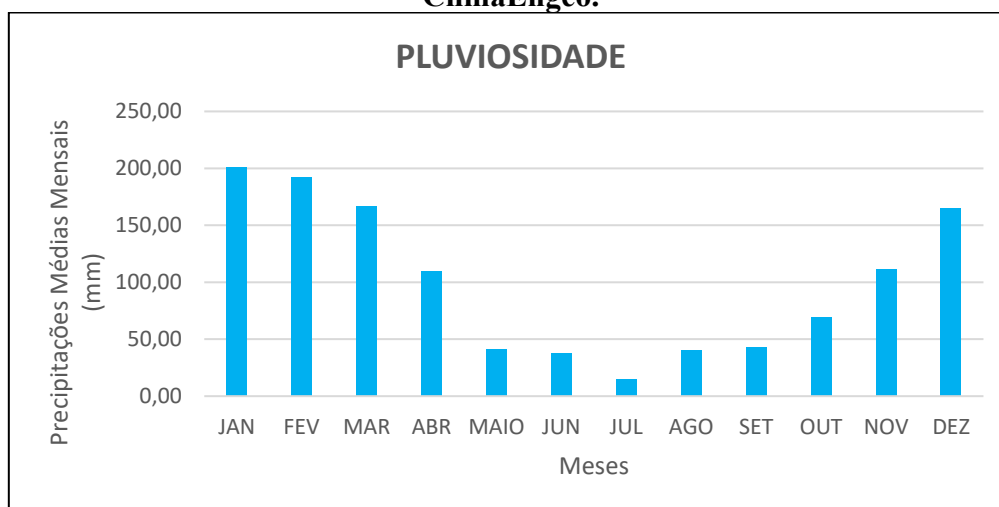
Tabela 6 - Média Anual de Pluviosidade (2015-2024)

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAIO	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	M. Anual
2015	120,86	152,41	216,27	72,53	32,18	64,07	11,51	7,37	105,2	29,09	144,85	147,86	1104,20
2016	247,34	155,04	118,79	16,78	43,75	91,21	0,00	31,77	23,2	47,95	230,17	193,5	1199,50
2017	225,74	67,31	174,33	158,35	29,92	51,35	11,45	16,16	0,00	2,00	0,40	2,59	739,60
2018	0,20	226,00	114,4	79,60	40,2	17,98	16,8	41,12	32,79	0,00	149,95	75,87	794,91
2019	96,24	190,78	202,34	119,46	89,49	53,66	6,59	52,27	68,59	81,86	0,00	111,47	1072,75
2020	140,09	292,21	171,82	18,02	47,15	5,57	30,64	38,71	39,37	0,00	147,20	260,93	1191,71
2021	152,61	110,69	200,80	107,80	45,72	16,42	6,36	58,50	35,10	170,70	102,30	378,00	1385,00
2022	203,40	209,40	118,85	418,50	11,70	25,00	15,79	31,36	91,20	10,50	161,41	153,60	1450,71
2023	286,80	280,80	170,70	105,60	43,20	8,10	24,30	71,10	27,30	226,50	158,10	84,00	1486,50
2024	532,2	237,6	178,5	2,70	31,20	47,10	20,70	53,70	3,00	124,20	170,70	244,5	1646,10
Total Média Anual											1207,10		

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais- Cemaden e ClimaEngeo do Instituto Multidisciplinar- IM- UFRRJ – Nova Iguaçu (2025).

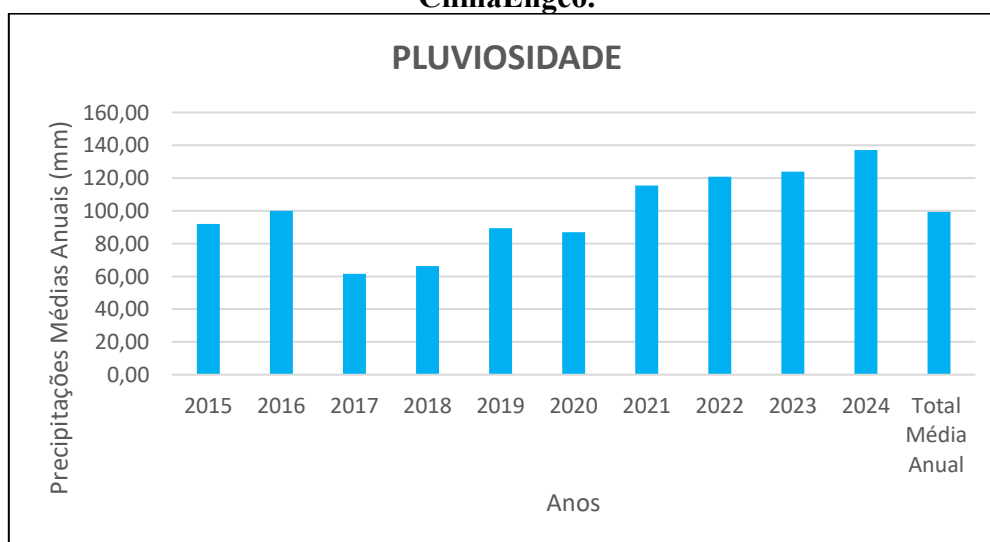
A precipitação média mensal correspondente ao período avaliado foi de 100,59mm/mês, e a precipitação anual foi de 1207,10mm/ano. O Gráfico 1 e o Gráfico 2, mostram, respectivamente, a precipitação média mensal e anual das estações pesquisadas.

Gráfico 1 - Precipitações médias mensais de 2015 a 2024 nas estações Cemadem / ClimaEngeo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Gráfico 2 - Precipitações médias anuais de 2015 a 2024 nas estações Cemadem/ ClimaEngeo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Existem diversos fatores que influenciam o consumo de água em uma localidade. Estudos de Chang *et al.* (2014 apud PEREIRA *et al.*, 2015) apontam a existência de uma relação linear positiva entre o aumento da temperatura e a demanda hídrica, bem como uma relação inversamente proporcional entre a ocorrência de precipitações e o consumo de água. Além das variáveis climáticas, Pereira *et al.* (2015) destacam outros elementos condicionantes, tais como: o padrão de vida e os hábitos da população; as características do sistema de fornecimento; o custo e a modalidade de cobrança do serviço; a qualidade da água fornecida; a pressão na rede distribuidora e os índices de perdas no sistema.

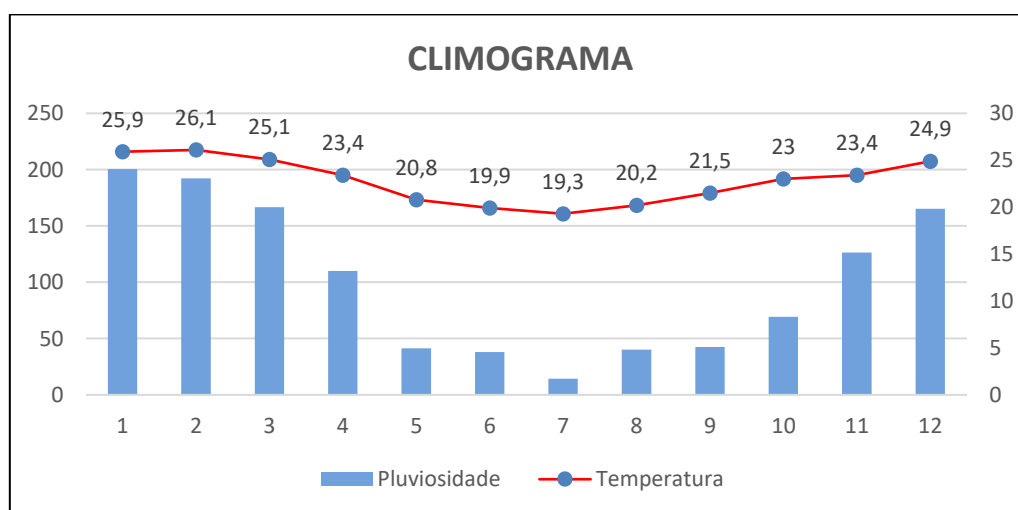
De acordo com os dados do portal Weather Spark (2025), o regime térmico em Nova Iguaçu apresenta variações significativas entre as estações quente e fresca. A estação quente

compreende um período de aproximadamente 2,3 meses, estendendo-se de 2 de janeiro a 11 de março, intervalo no qual a temperatura máxima média diária supera os 33 °C. O mês de fevereiro caracteriza-se como o mais quente do ano, registrando médias máximas de 34 °C e mínimas de 23 °C.

Em contrapartida, a estação fresca perdura por cerca de 3,5 meses, entre 11 de maio e 27 de agosto, com médias máximas diárias inferiores a 28 °C. O mês de julho é identificado como o mais frio do período, com temperatura mínima média de 16 °C e máxima de 27 °C (WEATHER SPARK, 2025).

A temperatura com base nas médias de 1991 a 2021 disponibilizada pelo Climate-Data.org (2021), estão inseridas no Gráfico 3, corroborando para a análise dos dados pluviométricos em Nova Iguaçu.

Gráfico 3 - Temperaturas com base nas médias anuais 1991 a 2021



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Observa-se que os períodos de maior pluviosidade em Nova Iguaçu coincidem com as maiores temperaturas médias anuais, caracterizando um regime climático sazonal típico das regiões de clima tropical úmido. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, o município de Nova Iguaçu enquadra-se predominantemente no tipo Aw — tropical com estação seca no inverno —, caracterizado por verões quentes e chuvosos e invernos amenos e secos. Tal classificação é confirmada por Alvares et al. (2013, p. 716), que identificam o clima Aw estendendo-se pelas planícies costeiras do Estado do Rio de Janeiro, dentro das quais se insere o município. Durante os meses de verão (dezembro a março), as temperaturas elevadas intensificam os processos de evaporação e convecção atmosférica, favorecendo a formação de nuvens e consequentemente o aumento do volume de chuvas.

Já nos meses de inverno (maio a agosto), ocorre a redução significativa tanto da temperatura quanto da precipitação, devido à diminuição da radiação solar e à atuação de massas de ar mais estáveis e secas. Assim, há uma relação direta entre o aumento da temperatura e o incremento da precipitação na região.

5.2. Previsão de captação de água de chuva

A precipitação média mensal obtida para o período avaliado foi de 100,59 mm/mês, e a precipitação média anual foi de 1.207,10 mm/ano.

1) Considerando os telhados dos 04 (quatro) blocos e passarela do IM- UFRRJ somam uma área total de 2190,08 m²;

2) Considerando o somatório da precipitação média anual (2015-2024) citada: 1.207,10mm/ano;

3) Considerando o que dispõe a norma ABNT NBR 15527:2019, item 4 – Condições Gerais e subitem 4.1-4.1.6 – que a disponibilidade teórica de água de chuva para captação depende da precipitação, da área de captação, do coeficiente de escoamento superficial da cobertura e da eficiência o sistema de tratamento, podendo ser estimado pela seguinte equação:

$V_{disp} = P \times A \times C \times n$, sendo:

V = volume disponível anual, mensal ou diário de água de chuva, em litros (L);

P = precipitação média anual, mensal ou diária, expressa em milímetros (mm);

A = Área de coleta, expressa em metros quadrados (m²);

C = Coeficiente de escoamento superficial da cobertura (runoff);

n = é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso esse último seja utilizado. Estes dados podem ser fornecidos pelo fabricante ou estimados pelo projetista. Na falta de dados, recomenda-se o fator de captação de 0,85.

O volume estimado de água de chuva que pode ser aproveitado dos telhados dos 04 blocos e passarela:

$$V = 1.207,10 \times 2.190,08 \times 0,95 \times 0,85$$

$$= 2.134.743,79 \text{ litros /ano } (2.134.74 \text{ m}^3/\text{ano ou } 177,90\text{m}^3 /\text{mês}).$$

5.3. Previsão de Consumo de água potável

Como primeiro passo, coletamos dados referentes ao número de pessoas que trabalham ou estudam no IM, considerando professores, alunos, técnicos administrativos e terceirizados.

A estimativa da população existente baseou-se em consultas institucionais realizadas inicialmente no campus do Instituto Multidisciplinar (IM), complementadas por dados coletados no Campus Seropédica. Na secretaria e assuntos acadêmicos do IM, obteve-se o número de alunos de graduação, matriculados no ano de 2025; na Secretaria de Recursos Humanos em Seropédica, o número de docentes e servidores por departamento ou curso; na Pró-reitoria de Pesquisa e Graduação em Seropédica, os alunos da Pós-graduação, matriculados no ano de 2025; e os terceirizados foram contabilizados com base na quantidade contratada via processo administrativo no IM.

A população consumidora foi calculada com base nos estudos e metodologia utilizados por Nakagawa (2009), para caracterização do consumo de água em prédios universitários da Universidade Federal da Bahia – UFBA; no qual, levou em conta o cálculo de população consumidora equivalente¹¹, onde considera diferentes tipos de usuários, ponderando um peso relativo a cada um deles (Tabela 7). Consideramos a quantidade de horas permanecidas no instituto durante cinco dias na semana. Conforme pode ser visto, o total da população equivalente no IM resultou em 1410 pessoas (Tabela 8).

Tabela 7 - Peso por população consumidora equivalente

Usuário	Total de horas no campus por semana	Total de horas úteis na semana	Peso
Aluno 1 período	20	40	0,500
aluno pós-graduação	15	40	0,375
Docentes	8	40	0,200
Téc. administrativos	40	40	1,000
Terceirizados	40	40	1,000

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os alunos foram classificados em: alunos integral e aluno em 1 período (matutino, vespertino ou diurno); e estudantes de pós graduação (especialização, mestrado ou doutorado). docentes, técnicos administrativos, terceirizados e outros foram considerados em período integral.

Tabela 8 - Total população consumidora equivalente

Usuário	Quant. de pessoas	Peso	Total equivalente
Aluno 1 período	3201,00	0,500 (0,75)	1200,78
aluno pós-graduação	208,00	0,375 (0,75)	58,50
Docentes	188,00	0,200	37,60

¹¹ É definido como População Consumidora Equivalente (PE) o usuário integral que passa 8 horas/dia, durante 5 dias/semana. O objetivo dessa informação é padronizar a população de diferentes unidades consumidoras, facilitando a comparação do desempenho em relação ao consumo de água naquelas unidades com a mesma tipologia de consumo.

Servidores	57,00	1,000	57,00
Terceirizados	56,00	1,000	56,00
Total	3710,00		1409,48

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Para quantificar a demanda de água, nosso segundo passo, iniciamos a análise com dados do Programa de Uso Racional da Água (PURA). Criado em 1996 pela Sabesp, em parceria com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), o PURA desenvolveu metodologias para medir o consumo de água em hospitais, escolas, cozinhas industriais, prédios comerciais e condomínios. Permitindo identificar o consumo de água por habitante, conforme o Decreto Estadual 45.805, de 15/05/2021.

Com base nesse estudo, os dados de consumo de água potável/não potável que mais se aproximam do nosso caso, dada a sua natureza e atividades, são os das escolas estaduais de 1º e 2º graus, com um consumo médio de 25 litros/aluno/dia (SABESP, [s.d.]).

Para a análise do consumo em escolas de ensino fundamental, Tomaz (2011) considera um consumo de 25 L/aluno/dia. Melo (2004), por sua vez, aponta que o consumo médio diário em escolas, por aluno de um turno, varia entre 10 e 30 L/aluno/dia. Já Creder (2006) indica, para escolas do tipo externato, um consumo de 50 L/aluno/dia.

Além disso, pesquisas realizadas em universidades públicas por Nakagawa (2009), Silva Júnior, Ferreira e Barboza (2018), Macêdo (2021) e Pereira et al. (2015) apresentaram resultados de consumo diário muito próximos. Apenas o estudo de Pereira et al. (2015) divergiu dos demais, conforme pode ser visto na Tabela 9:

Tabela 9 - Demanda consumo per capita em Universidades Públicas

Autor (A)	Ano	Universidade pesquisada	Método utilizado	litros/hab. dia
Nakagwa	2009	Universidade Federal da Bahia	Idealizado pela autora	30,00
Silva Júnior	2018	Universidade Federal de Alagoas	Nakagwa	33,14
Silva Júnior	2018	Universidade Federal de Alagoas	Berrenhauser e Pulici	34,81
Macêdo	2021	Universidade Estadual da Paraíba - UEPB	Nakagwa	24,83
Macêdo	2021	Universidade Estadual da Paraíba - UEPB	Berrenhauser e Pulici	32,04
Pereira	2015	Universidade Estadual de Maringá - UEM	Nakagwa	50,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Com base nos estudos apresentados e considerando que o nosso objeto de análise está diretamente ligado a uma universidade pública, adotaremos um consumo médio diário de 30 litros por pessoa no Campus do Instituto Multidisciplinar de Nova Iguaçu (IM).

Com base na razão da média do consumo mensal (22dias) de água com a população consumidora equivalente da instituição, calculamos o consumo per capita de água potável do campus (Tabela 10).

Tabela 10 - Consumo Água Potável

Consumo médio mensal (m ³)	População equivalente	Consumo per capita (Lit. /hab./dia)
930,60	1410	30,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.4. Consumo de água não potável

Para calcular o consumo de água não potável, utilizamos os dados da tabela Sabesp. Baseamos nossos cálculos nos seguintes parâmetros diários: 10 litros por acionamento para bacias sanitárias (considerando dois acionamentos por dia) e 1 litro por acionamento para mictórios (também com dois acionamentos diários). Para usuários de meio período, o consumo foi estipulado como metade do valor de um período integral.

De acordo com Marinosk (2007), os vasos sanitários são os principais responsáveis pelo consumo de água potável. A autora observou que 100% das mulheres utilizam vasos sanitários, ao passo que aproximadamente 40% dos homens optam por essa alternativa. O restante da população masculina utiliza mictórios (Tabela 11).

Tabela 11 - Consumo de água não potável - Bacias sanitárias e mictórios (período- a)

Usuários				%	quant.	lit.	vezes/dia	litros/dia
Bacia Sanitária	Homens	Alunos grad.	637,13	40	254,85	10	1,00	2.548,52
		Alunos pós	24,19	40	9,68	10	1,00	96,76
		Prof.	18,00	40	7,20	10	1,00	72,00
		TAE	25,00	40	10,00	10	2,00	200,00
		Terceirizado	40,00	40	16,00	10	2,00	320,00
	Mulheres	665,16	100	665,16	10	2,00	13.303,20	
							Total	16.540,48
Mictório	Homens	Alunos grad.	637,13	60	382,28	1	1,00	382,28
		Alunos pós	24,19	60	14,51	1	1,00	14,51
		Prof.	18,00	60	10,80	1	1,00	10,80
		TAE	25,00	60	15,00	1	2,00	30,00
		Terceirizado	40,00	60	24,00	1	2,00	48,00
								Total

Total diário	17.026,07
Total por pessoa	12,08

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Conforme resultados obtidos na tabela acima, o consumo para fins não potáveis, neste caso, as bacias sanitárias e mictórios, corresponde a 17.026,07 litros / dia, que equivale a 17,02m³/dia ou 374,57m³/mês, onde o consumo de água para uso não potável per capita é de aproximadamente 12,08 litros/dia/pessoa. Esse consumo será utilizado nos cálculos de capacidade dos reservatórios considerando os meses de março, abril, maio, junho, agosto, setembro, outubro e novembro com o total do consumo da população equivalente.

Considerando que os meses de janeiro, fevereiro, julho e dezembro a demanda de usuários diminui expressivamente, consideraremos neste estudo que nesses meses o consumo diário será relativo ao consumo dos técnicos administrativos e terceirizados (Tabela 12).

Tabela 12 - Consumo de água não potável - Bacias sanitárias e mictórios (período -b)

Usuários				%	Quant.	Lit.	vezes/dia	Litros/dia
Bacia Sanitária	H	TAE	25,00	40	10,00	10	2,00	200,00
		Terceirizados	40,00	40	16,00	10	2,00	320,00
		Mulheres	48,00	100	48,00	10	2,00	960,00
							Total	1.480,00
Mic.	H	TAE	25,00	60	15,00	1	2,00	30,00
		Terceirizados	40,00	60	24,00	1	2,00	48,00
							Total	78,00

Legenda:

H = Homens

Mic = Mictório

Total diário	1.558,00
Total por pessoa	13,79

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Conforme resultados obtidos na tabela acima, o consumo para fins não potáveis, neste caso, as bacias sanitárias e mictórios, corresponde a 1.558,00 litros/dia, que equivale a 1,55m³/dia ou 34,27m³/mês, onde o consumo de água para uso não potável per capita é de aproximadamente 13,79 litros/dia/pessoa.

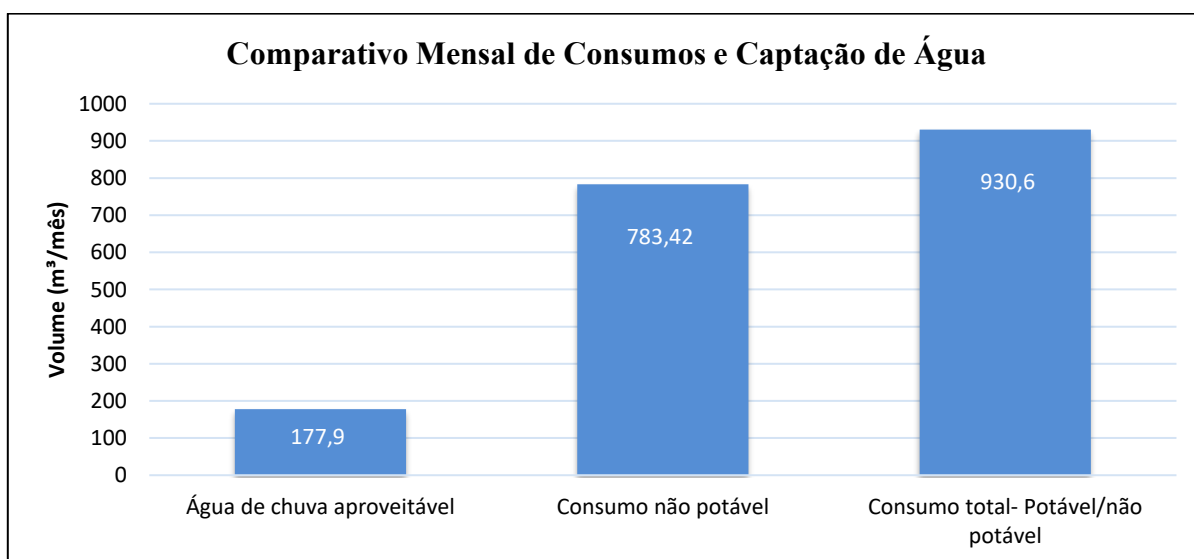
Por fim, a demanda estimada para fins não potáveis seria 17.026,07 litros / dia x 22 dias x 8 meses = 2.996.588,32 litros e 1.558,00 litros / dia x 22 x 4 meses= 137.104 litros, somando teremos 3.133.692 litros/ano que equivale 3.133,69m³/ano.

Considerando as previsões de consumo de água (potável e não potável) e a captação da água da chuva (Gráfico 4), chegaremos as seguintes conclusões:

- Água da chuva que pode ser aproveitada pelos telhados- 177,90m³ / mês
- Consumo de total de água (potável e não potável) - 930,60m³ / mês.

- Consumo de água não potável (bacias sanitárias e mictórios) – 783,42m³ /mês

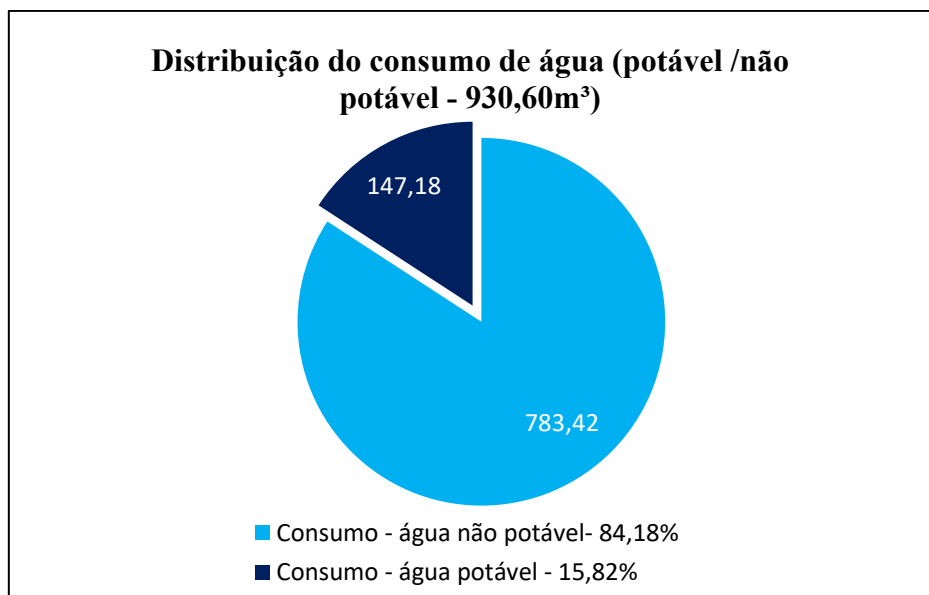
Gráfico 4 - Comparação mensal de consumo e captação de água.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O consumo de água não potável das bacias sanitárias e mictórios (Gráfico 5), representam 84,18% do consumo total de água fornecido pela concessionária (potável e não potável).

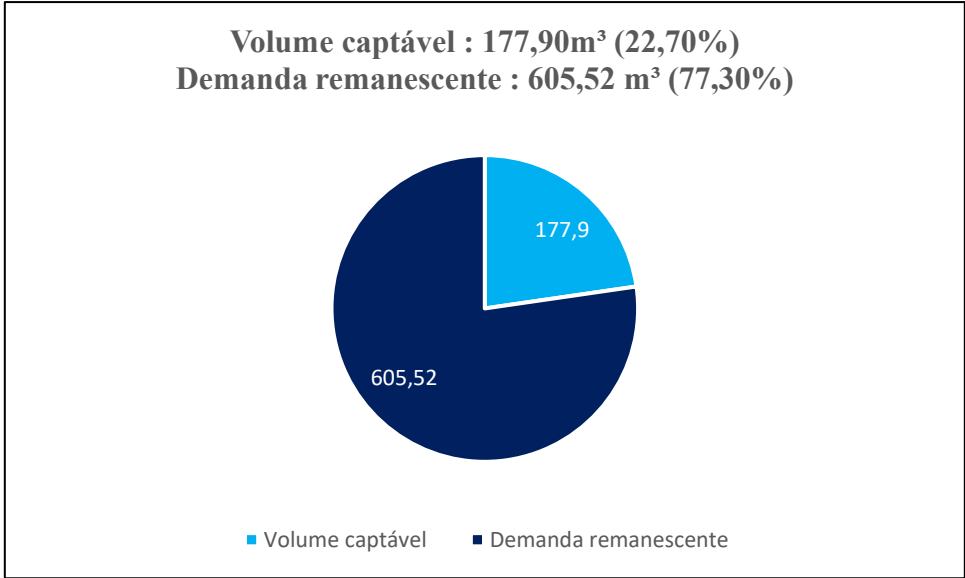
Gráfico 5 - Distribuição de consumo de água no Instituto Multidisciplinar (IM)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Já a água da chuva que pode ser aproveitada atende a 22,70% do consumo de água não potável (Gráfico 6), ou seja, uma economia de 19,11% do consumo total de água potável / não potável.

Gráfico 6 - Potencial de aproveitamento de água de chuva (não potável)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.5.Dimensionamento do reservatório

O dimensionamento do reservatório será feito por bloco, com base na norma NBR 15527:2007 utilizando os métodos: prático inglês, prático Alemão, Rippl e Simulação. Os dados iniciais serão elencados na Tabela 13 abaixo.

Tabela 13 - Dados para Cálculo

Parâmetro	Valor	Unidade	Observações
Vol. do reservatório	?	m³	De acordo com o método
Coef. de runoff (CR)	0,8	–	Telhado
Área de captação	547,52	m²	Fixa ao longo do ano (1 bloco)
Demanda total anual	783,42	m³	Consumo não potável (descarga sanitária)
Chuva média anual	1207,1	mm	

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

- **Cálculo pelo Método Prático Inglês**

Fórmula: $V=0,05 \times P \times A$

Cálculo:

$$V=0,05 \times 1.207,10 \times 547,52$$

$$V \approx 33.045,56 \text{ litros} / 33\text{m}^3$$

- **Cálculo pelo Método Alemão (Conforme NBR 15527)**

1) Cálculo do Volume Anual de Água de Chuva Aproveitável:

$$V \text{ aproveitável} = P \times A \times Cd$$

$$V_{\text{aproveitável}} = 1.207,10 \text{ litros} \times 547,52 \text{ m}^2 \times 0,75$$

$$V_{\text{aproveitável}} = 495.683,54 \text{ litros ou } 495,68 \text{ m}^3$$

2) Cálculo da Demanda Anual de Água Não Potável (Danual):

$$D_{\text{anual}} = 783.423,08 \text{ litros/ano ou } 783,42 \text{ m}^3/\text{ano}$$

3) Cálculo do Volume do Reservatório (V adotado) pelo Método Alemão:

$$V_{\text{adotado}} = \min(V_{\text{aproveitável}}; D_{\text{anual}}) \times 0,06$$

$$V_{\text{adotado}} = \min(495.683,54 \text{ litros}; 783.423,08 \text{ litros}) \times 0,06$$

$$V_{\text{adotado}} = \min(29.741,01 \text{ litros})$$

$$V_{\text{adotado}} = 30 \text{ m}^3$$

Segundo Plínio Tomaz (2011), o método de Rippl é o método mais comumente usado em aproveitamento de água de chuva e que geralmente apresenta em seus resultados o valor extremo do volume do reservatório. Acrescenta, ainda, que é importante obtê-lo sempre para termos um referência máxima (Tabela 14).

Tabela 14 - Cálculo pelo Método de RIPPL

MÉTODO DE RIPPL							
Coef. de runoff (CR) = 0,8			Área de captação = 547,52m ²			Demanda mensal = variável	
Meses	Chuva média mensal	Demanda mensal	Área de captação	Volume de chuva mensal	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva	Diferença acumulada da coluna 6 dos valores positivos	Situação do reservatório
	(mm)	(m ³)	(m ²)	(m ³)	(m ³)	(m ³)	
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	200,55	8,57	547,52	88	-79,43	0	E
Fevereiro	192,22	8,57	547,52	84	-75,43	0	E
Março	166,68	93,64	547,52	73	20,64	20,64	D
Abril	109,93	93,64	547,52	48	45,64	66,28	D
Maio	41,45	93,64	547,52	18	75,64	141,92	D
Junho	38,05	8,57	547,52	17	-8,43	133,49	S
Julho	14,41	93,64	547,52	6	87,64	221,13	D
Agosto	40,21	93,64	547,52	18	75,64	296,77	D
Setembro	42,58	93,64	547,52	19	74,64	371,41	D
Outubro	69,28	93,64	547,52	30	63,64	435,05	D
Novembro	126,51	93,64	547,52	55	38,64	473,69	D
Dezembro	165,23	8,57	547,52	72	-63,43	410,26	S
Total	1207,1	783,4		528	Vol.=	473,69	

Fonte: Plínio Tomaz (2011).

As letras da coluna 8, E, D e S traz a seguinte entendimento:

E = água escoando pelo extravasor;

D = nível de água baixando

S = nível de água subindo

Resultados:

Método Inglês = 33m^3

Método Alemão = 30m^3

Método Rippl = $473,69\text{m}^3$

Os resultados tiveram uma grande variação onde o método inglês e o alemão divergiram do Método Rippl, distanciando de uma consonância entre eles, por outro lado os Métodos Inglês e Alemão obtiveram resultados mais próximos. Vale lembrar que quanto maior o volume maior o custo da implantação do sistema.

- **Cálculo do reservatório pelo método da Simulação**

Utilizaremos a seguir o Método da Simulação, considerando a área disponibilizada para implantação, levando em consideração um volume de reservatório que possa ser utilizado para viabilizar a implantação do sistema no que se refere a um custo-benefício mais próximo da realidade da instituição, sendo arbitrado para simulação um volume de 20m^3 , ou seja, dois reservatórios inferiores com capacidade de 10m^3 cada e 6 caixas d'água superiores de 1m^3 por bloco. A Tabela 15 demonstra o balanço hídrico para essa capacidade do reservatório em função da área do telhado, pluviosidade e demanda mensal necessária.

Dados de entrada

-Coeficiente de runoff (CR) = 0,8

-Área de Captação (A) = $547,52\text{m}^2$

-Volume do reservatório (Vr) = 26m^3

-Precipitação média anual = 1,207,10 mm

-Demanda total anual = $783,40\text{m}^3$

-Volume total captado (considerando CR) = 528m^3

Tabela 15 - Cálculo pelo Método de Simulação

Volume do reservatório (m^3) = 26									
Coeficiente de runoff (CR) = 0,8									
Meses	Chuva média mensal	Demand a mensal	Área de captação	Volume de chuva mensal	Volume do reservat	Volume do reservat ório no	Volume do reservat ório no	Overflow	Suprimento de água externo

					ório fixado	tempo (t-1)	tempo (t)		
	(mm)	(m³)	(m²)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10
Jan	200,55	8,57	547,52	88	26	0	26	53,43	0
Fev	192,22	8,57	547,52	84	26	26	26	75,43	0
Mar	166,68	93,64	547,52	73	26	26	5,36	0	0
Abr	109,93	93,64	547,52	48	26	5,36	-40,28	0	40,28
Mai	41,45	93,64	547,52	18	26	0	-75,64	0	75,64
Jun	38,05	8,57	547,52	17	26	0	8,43	0	0
Jul	14,41	93,64	547,52	6	26	8,43	-79,21	0	79,21
Ago	40,21	93,64	547,52	18	26	0	-75,64	0	75,64
Set	42,58	93,64	547,52	19	26	0	-74,64	0	74,64
Out	69,28	93,64	547,52	30	26	0	-63,64	0	63,64
Nov	126,51	93,64	547,52	55	26	0	-38,64	0	38,64
Dez	165,23	8,57	547,52	72	26	0	26	37,43	0
Total	1207,1	783,4		528				166,29	447,69

Fonte: Plínio Tomaz (2011).

- **Interpretação do balanço hídrico**

Volume de chuva efetivamente aproveitável (com CR = 0,8) = 528m³.

Overflow (extravasamento) = 166,29m³

Suprimento de água externa = 447,69m³

- **Eficiência do sistema**

Para o cálculo de eficiência do sistema utilizamos a fórmula de confiabilidade volumétrica (McMahon, 1993, apud Tomaz 2011) :

$$R_v = 100 \cdot V_s / V_d$$

Sendo :

V_s = volume da água de chuva

V_d = volume da demanda

$$\text{Confiabilidade volumétrica} = 100 \cdot (528 - 166,29 - 447,69) / 528 = -16,28\%$$

- **Diagnóstico do comportamento mensal**

a) Meses chuvosos (jan, fev, mar, dez)

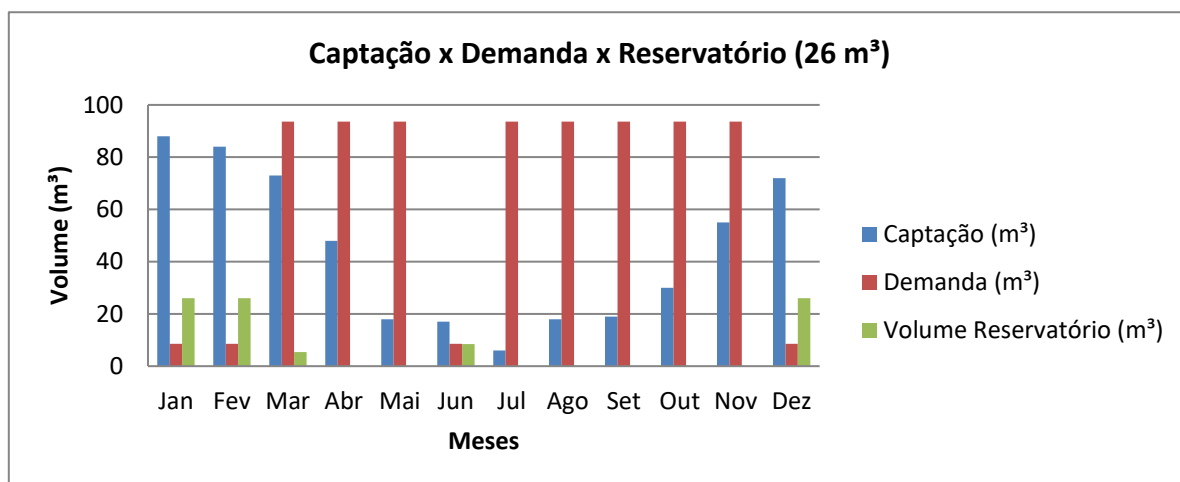
- ✓ O reservatório enche e transborda (overflow elevado).
- ✓ Há perda significativa de água (ex.: 53 a 75 m³/mês).
- ✓ Indica subdimensionamento da capacidade de armazenamento.

b) Meses secos (abr – nov)

- ✓ Volume do reservatório tende a zerar. → Forte dependência de abastecimento externo (até 75 m³/mês).
- ✓ O sistema atual não consegue estocar o excedente dos meses chuvosos para atender à demanda dos meses secos.

As informações descritas acima podem ser visualizadas no Gráfico 7 abaixo:

Gráfico 7 - Captação x Demanda x Reservatório



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

- **Estimativa do volume ótimo de reservatório**

Usando a lógica da simulação (método de Rippl simplificado) e a sequência de déficit e excesso, o volume de 26 m³ é claramente insuficiente. Com base no perfil pluviométrico e demanda, a simulação sugere que o volume ideal estaria na faixa de: Vótimo $\approx 80\text{--}100\text{ m}^3$. Isso permitiria armazenar o excesso de março a maio e reduzir a necessidade de suprimento externo em até 70–80%.

5.6. Estimativa do potencial de utilização de água pluvial - software Netuno 4.0.

Ghisi *et al.* (2018) ressaltam que, embora a norma brasileira vigente sobre o aproveitamento de águas pluviais em edificações proponha seis métodos distintos para o dimensionamento de reservatórios, a literatura técnica apresenta críticas severas a esses modelos, especialmente pela acentuada divergência entre os resultados gerados. Conforme Dornelles (2012 apud GHISI *et al.*, 2018), as limitações mais críticas residem nos métodos práticos da norma, que utilizam razões de proporcionalidade simplificadas entre a precipitação e a capacidade do tanque, desconsiderando o comportamento sazonal das chuvas. Diante dessa lacuna, a literatura recomenda a utilização do programa computacional Netuno, desenvolvido

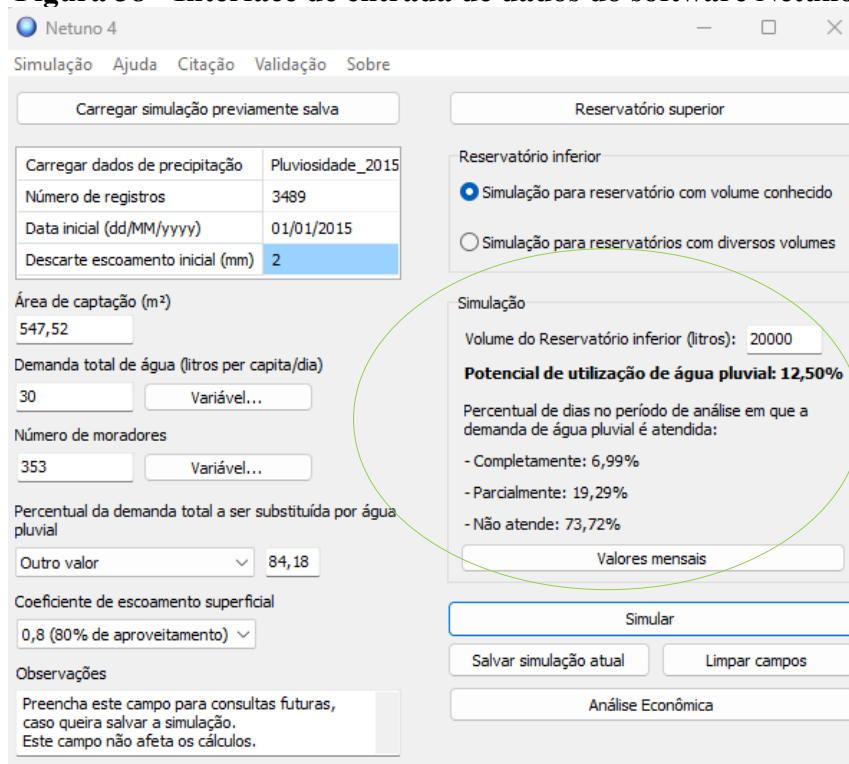
pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

O software Netuno (Versão 4, 2014), apresenta, como resultado de uma simulação, os percentuais de números de dias do ano em que a água pluvial coletada: a) atende completamente às necessidades diárias de água pluvial; b) atende parcialmente a essas necessidades; e c) não atende às necessidades diárias, ou seja, quando o reservatório de água pluvial encontra-se completamente vazio (CORDOVA, 2014).

A simulação realizada no software Netuno (Versão 4, 2014), considerando uma área de captação de 547,52 m², coeficiente de escoamento de 0,8, reservatório inferior com volume de 20.000 litros e superior de 6000 litros, indicou um potencial de utilização de água pluvial de 12,50% da demanda total.

Observou-se que, ao longo do período analisado, a água pluvial coletada atendeu completamente às necessidades diárias em 6,99% dos dias; atendeu parcialmente em 19,29% dos dias; e não atendeu à demanda em 73,72% dos dias, situação em que o reservatório se encontra vazio (Figura 38). Esses resultados evidenciam que, embora exista potencial de aproveitamento, a capacidade de atendimento depende diretamente da disponibilidade pluviométrica e da relação entre área de captação, volume do reservatório e demanda de consumo.

Figura 38 - Interface de entrada de dados do software Netuno



Netuno 4

Simulação Ajuda Citação Validação Sobre

Carregar simulação previamente salva

Carregar dados de precipitação Pluviosidade_2015

Número de registros 3489

Data inicial (dd/MM/yyyy) 01/01/2015

Descarte escoamento inicial (mm) 2

Área de captação (m²) 547,52

Demanda total de água (litros per capita/dia) 30 Variável...

Número de moradores 353 Variável...

Percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial Outro valor 84,18

Coeficiente de escoamento superficial 0,8 (80% de aproveitamento)

Observações

Preencha este campo para consultas futuras, caso queira salvar a simulação. Este campo não afeta os cálculos.

Reservatório superior

Reservatório inferior

☒ Simulação para reservatório com volume conhecido

☐ Simulação para reservatórios com diversos volumes

Simulação

Volume do Reservatório inferior (litros): 20000

Potencial de utilização de água pluvial: 12,50%

Percentual de dias no período de análise em que a demanda de água pluvial é atendida:

- Completamente: 6,99%
- Parcialmente: 19,29%
- Não atende: 73,72%

Valores mensais

Simular

Salvar simulação atual Limpar campos

Análise Econômica

Fonte: Software Netuno (Versão 4,2014).

5.7. Justificativa Técnico-Econômica

A implantação de sistemas de captação e aproveitamento de águas pluviais em instituições públicas requer a consideração simultânea de aspectos técnicos, operacionais e financeiros. Embora análises hidrológicas possam indicar volumes de reservação maiores como mais eficientes para a redução da demanda de água potável, a viabilidade financeira constitui elemento determinante para a execução real do projeto. Nesse sentido, a adoção de um reservatório com capacidade de 26 m³ deve ser compreendida como uma decisão fundamentada no princípio da adequação entre solução proposta e capacidade de investimento disponível.

A simulação do balanço hídrico anual demonstra que um reservatório de 26 m³ permite um potencial de utilização de água pluvial de 12,50% da demanda prevista. Embora este percentual seja inferior ao que seria observado com reservatórios de maior porte, como entre 80 e 100 m³, o aumento da capacidade de armazenamento implica elevação proporcional de custos de implantação, infraestrutura civil, bombas, adutoras e manutenção. Em instituições públicas, onde o orçamento é limitado e sujeito a contingenciamento, torna-se inviável priorizar soluções cujo custo de execução esteja acima da disponibilidade financeira, mesmo que estas apresentem maior eficiência técnica.

Esta interpretação está alinhada ao entendimento de viabilidade apresentado por Sánchez (1998), segundo o qual a execução de projetos deve considerar não apenas o desempenho final desejado, mas principalmente a compatibilidade entre o investimento e os recursos disponíveis, de forma a evitar paralisações, subutilização de sistemas ou obsolescência prematura. Do mesmo modo, autores como Almeida e Macêdo (2018) destacam que projetos sustentáveis em ambientes institucionais devem ser implementados de forma faseada, possibilitando expansão futura à medida que recursos adicionais sejam obtidos.

Além disso, a literatura de engenharia e gestão pública recomenda a adoção de processos de implantação incremental para infraestrutura hídrica, especialmente quando inserida em contextos de restrição orçamentária (World Bank, 2022). A própria norma brasileira ABNT NBR 15527:2021, ao tratar do aproveitamento de água de chuva, prevê que a definição do volume de reservação deve considerar “condicionantes econômicos e operacionais do usuário”, reforçando que a viabilidade não se baseia apenas em maximizar o aproveitamento hídrico, mas em garantir a exequibilidade do sistema.

Nesse sentido, a adoção inicial do reservatório de 26 m³ configura-se como uma solução pragmática, escalável e financeiramente responsável, permitindo que a instituição: (a) reduza de imediato parte do consumo de água potável; (b) desenvolva cultura de gestão hídrica

sustentável; (c) opere o sistema como projeto piloto; (d) planeje expansões futuras a partir de dados reais de desempenho e operação.

Assim, a escolha do volume de 26 m³ não constitui um comprometimento da eficiência do sistema, mas um modelo de viabilidade progressiva, que reconhece os limites orçamentários da instituição e prioriza a execução possível frente ao ideal tecnicamente mais eficiente porém financeiramente inviável no momento.

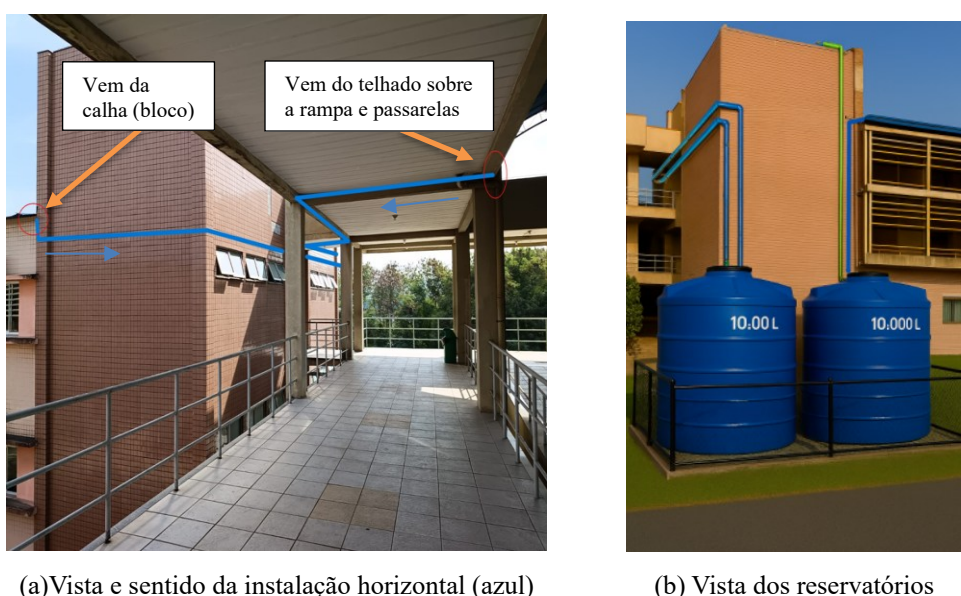
5.8. Caminhamento das Instalações

Considerando a instalação de dois reservatórios inferiores com capacidade de 10.000 litros cada e de 6 caixas d'água como reservatório superior com capacidade de 1.000 litros cada, a localização de sua implantação, as instalações elétricas, hidráulicas e de captação e, que há necessidade de calhas para coleta da água pluvial.

O sistema de coleta de águas pluviais começa na calha, que é a peça instalada no beiral ou platibanda do telhado, responsável por recolher a água da chuva que escoar da superfície da cobertura. Segundo a NBR 10844, essa calha deve possuir uma inclinação mínima uniforme de 0,5% para garantir o escoamento eficiente.

A água então é direcionada da calha para o condutor vertical (ou tubo de queda), que é a tubulação disposta na vertical, cuja função é receber a água coletada e conduzi-la até o condutor horizontal, neste caso, aparente, e a transporta para o ponto final de destino, o reservatório (Figura 39).

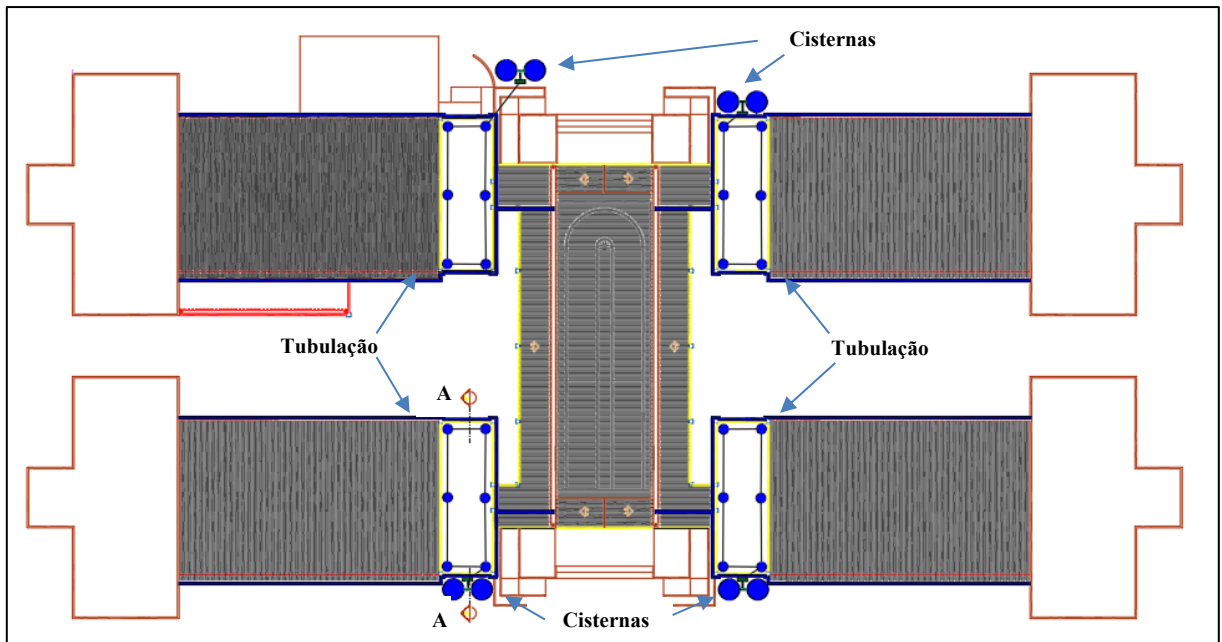
Figura 39 - Caminhamento da captação de águas pluviais -vista das instalações horizontais, verticais e dos reservatórios



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

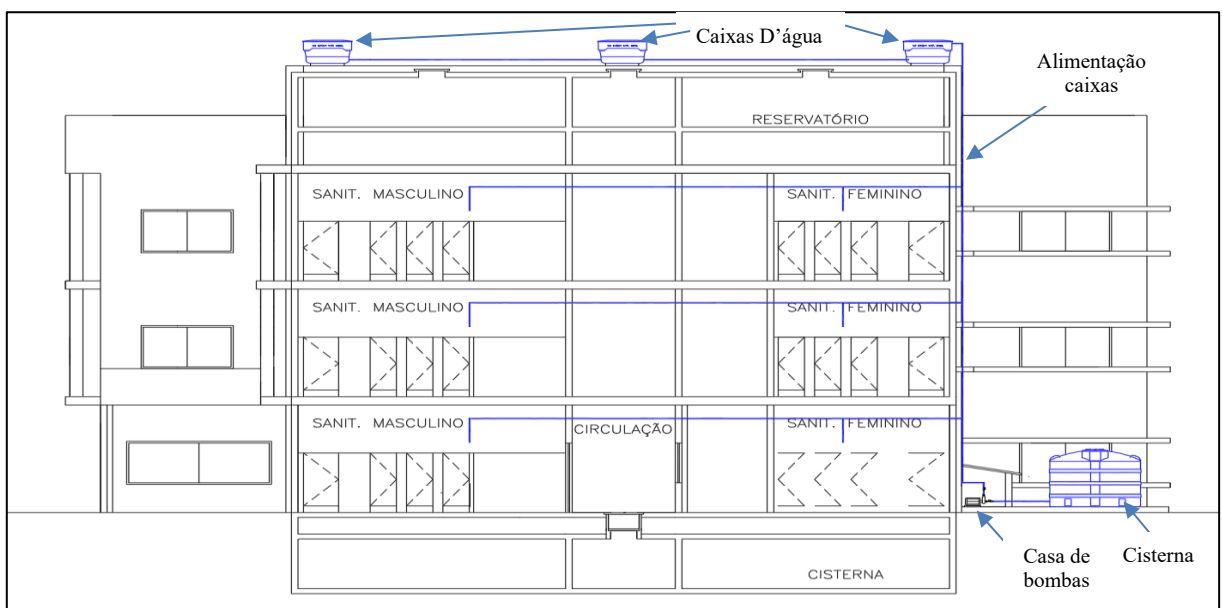
O caminhamento horizontal das tubulações que recebem águas das calhas pode ser visualizadas na Figura 40, bem como o posicionamento dos reservatórios ; na sequência o caminhamento vertical da alimentação dos banheiros com água captadas das chuvas na Figura 41.

Figura 40 - Planta baixa - em azul o caminhamento horizontal da captação de água pluviais (caixas d' água e cisterna)



Fonte: COPEA/UFRRJ - adaptado (2025).

Figura 41 - Corte esquemático (A-A) da edificação - em azul o caminhamento vertical/horizontal da alimentação dos banheiros com água captadas das chuvas



Fonte: COPEA/UFRRJ - adaptado (2025).

5.9. Rede de distribuição e sinalização

Segundo Sant'Ana e Medeiros (2017), o projeto da rede de distribuição de água não potável deve garantir total independência em relação à rede de água potável, de forma a eliminar qualquer possibilidade de conexão cruzada entre os sistemas. O dimensionamento e a instalação devem seguir as recomendações da ABNT NBR 5626, assegurando a integridade sanitária das instalações. Além disso, o projeto deve contemplar soluções que evitem a estagnação da água em trechos e aparelhos hidrossanitários que caiam em desuso, pois a falta de circulação pode comprometer a qualidade da água. Nesses casos, recomenda-se a realização de expurgos periódicos e a limpeza e desinfecção dos equipamentos.

No que se refere à sinalização e à segurança, conforme destacam os autores, a ABNT NBR 5626 recomenda que as tubulações, reservatórios e pontos de uso de água não potável sejam devidamente identificados com o texto “ÁGUA NÃO POTÁVEL”, de modo a alertar os usuários quanto à impropriedade dessa água para consumo humano (Figura 42). A ABNT NBR 6493/1994 e a NR 26, orientam o uso da cor verde para tubulações de água potável e vermelha para as de combate a incêndio.

Conforme as recomendações da ABNT NBR 15527:2019, as tubulações destinadas ao aproveitamento de água pluvial devem ser pintadas na cor roxa (Munsell 2.5RP 3/10 ou similar) ou possuir identificação gráfica específica. Para tubulações embutidas ou recobertas, deve-se utilizar fitas contínuas de sinalização. Já para tubulações aparentes, é obrigatória a aplicação de adesivos a cada 3 metros contendo a inscrição "ÁGUA NÃO POTÁVEL", garantindo a segurança dos usuários e evitando o consumo indevido.

O relatório elaborado por Sant'Ana e Medeiros (2017), recomenda a adoção de unidades de controle automatizadas, que auxiliam na segurança operacional do sistema, monitorando o funcionamento das instalações e emitindo alertas visuais ou sonoros em caso de falhas.

Figura 42 - Símbolo gráfico de água não potável em pontos de uso



Fonte: ANA (2017).

5.10. Orçamento estimativo

A estimativa de custos foi elaborada com base na análise da implantação do sistema em um bloco-piloto no Instituto Multidisciplinar (UFRRJ), utilizando um orçamento preliminar contemplando materiais e mão de obra. A Tabela 16 apresenta o resumo sintético dos valores apurados.

Tabela 16 - Orçamento estimativo

ORÇAMENTO ESTIMATIVO - CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA			
Item	Descrição	Total	Peso (%)
1	Instalações das caixas d'água superiores	4.693,19	9,49 %
2	Colunas de decida -alimentação -bomba	1.044,23	2,11 %
3	Alimentação dos banheiros	4.361,94	8,82 %
4	Captação da água do telhado – horizontal	5.343,05	10,80 %
5	Captação da água do telhado – vertical	1.421,58	2,87%
6	Conexões (horizontal / vertical)	1.151,76	2,33 %
7	Cisternas	19.574,71	39,58 %
8	Bomba centrífuga – instalação	6.130,86	12,40 %
9	Calha	3.614,35	7,31 %
10	Instalação elétrica	2.117,00	4,28 %
11	Gerenciamento /fiscalização /Administração local	3.285,59	6,64 %
Base: SINAPI / SCO / EMOP – RJ (Nota: referente a 01 bloco)		TOTAL C/ BDI	
BDI ¹² = 25,88%		R\$ 52.738,26	

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Bases referenciais:

- SINAPI (CAIXA, 2025): Referência nacional obrigatória para obras com recursos federais (Decreto nº 7.983/2013). Resultante da parceria entre a Caixa Econômica Federal e o IBGE, fornece os índices de custos e composições de preços para materiais e serviços de construção civil.
- EMOP-RJ (EMOP-RJ, [2024]): Base de referência para o Estado do Rio de Janeiro. O Boletim de Custos da EMOP é essencial para adequar os preços à realidade regional fluminense, monitorando mensalmente mais de três mil itens entre materiais e serviços.
- SCO-RIO (RIO DE JANEIRO, 2024): Utilizado para o detalhamento de custos

¹². BDI - Benefício ou Bonificação e Despesas Indiretas (BDI) corresponde a uma taxa que engloba os custos indiretos e o lucro, aplicada ao custo direto de um empreendimento — composto por materiais, mão de obra e equipamentos.

específicos de infraestrutura urbana no âmbito municipal. Este catálogo oferece tabelas atualizadas que garantem precisão na orçamentação de serviços de engenharia no território fluminense.

5.11. Análise do Custo de implantação

A implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva, além de sua relevância sustentável e ambiental, demanda uma avaliação criteriosa dos custos envolvidos. Em instituições públicas, como é o caso da UFRRJ, essa análise torna-se ainda mais necessária, uma vez que os recursos financeiros são limitados e disputados entre diversas demandas estruturais, administrativas e acadêmicas. Assim, a compreensão detalhada dos investimentos necessários para instalação do sistema (incluindo materiais, mão de obra, adaptações técnicas e manutenção) constitui etapa fundamental para a tomada de decisão.

No caso do Instituto Multidisciplinar, a proposta de implantação foi planejada com enfoque na viabilidade prática e no retorno ambiental proporcionado pelo reaproveitamento de águas pluviais em usos não potáveis. A escolha por iniciar o processo com um bloco piloto permite mensurar custos reais, ajustar o modelo e avaliar os benefícios gerados ao longo do tempo, reduzindo riscos e otimizando recursos. Dessa forma, a análise de custos apresentada a seguir, não representa apenas um levantamento financeiro, mas um instrumento estratégico para demonstrar a viabilidade econômica e a relevância social da adoção de soluções sustentáveis no espaço universitário.

- **Parâmetros e Metodologia de Avaliação**

A análise de viabilidade econômica do projeto de captação de água pluvial no Instituto Municipal (I.M.) de Nova Iguaçu, RJ, foi realizada sob a ótica da análise custo-benefício social, utilizando o Valor Presente Líquido (VPL) como principal indicador.

Para o cálculo, foram adotados os seguintes parâmetros e a metodologia de fluxo de caixa descontado:

- **Taxa Social de Desconto (TSD)**

A Taxa Social de Desconto (TSD) reflete o custo de oportunidade do capital sob a perspectiva social, sendo o fator que converte fluxos de caixa futuros para valores presentes. Conforme a recomendação do Governo Federal para avaliação socioeconômica de projetos de investimento em infraestrutura, estabelecida na Nota Técnica SEI nº 19911/2020/ME (BRASIL, 2020), adotou-se a taxa de 8,5% ao ano.

- **Dados de Entrada**

Os dados de entrada para o fluxo de caixa do projeto, obtidos a partir do orçamento e da estimativa de economia hídrica, estão detalhados na Tabela 17.

Tabela 17 - Dados para análise do Custo de implantação do sistema (01 bloco) x Tempo de retorno

Parâmetro	Valor	Unidade	Observações
Investimento Inicial	52.738,26	R\$	Orçamento total de instalação.
Benefício Anual ¹³	6.218,46	R\$/ano	Economia anual na conta de água.
Vida Útil do Projeto	20	Anos	Cenário principal de vida útil do sistema.
TSD Adotada	8,50%	a.a.	Taxa real recomendada pelo governo.
Custo da Água Potável ¹⁴	17,82	R\$/m ³	Valor de referência para a economia.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.12. Cálculo

- **Cálculo do Payback Simples**

Lemes Júnior, Rigo e Cherobim (2002) afirmam que o payback é o período de tempo necessário para que as entradas líquidas de caixa recuperem o investimento inicial do projeto.

É uma ferramenta das mais simples e bastante utilizada nas decisões de investimento de longo prazo, principalmente como uma medida de risco. Uma vez que se define um período máximo para retorno de um projeto, procura-se reduzir o risco e valorizar a liquidez.

Gitman (2001), cita que apesar de popular, o período do payback é geralmente visto como uma técnica de orçamento de capital pouco sofisticada, pois ela não considera explicitamente o valor do dinheiro no tempo

O cálculo do Payback Simples é dado pela razão entre o Investimento Inicial e o Benefício (ou Fluxo de Caixa) Anual, assumindo que este seja constante.

$$\text{Payback Simples} = \text{Investimento Inicial} \div \text{Benefício Anual}$$

$$\text{Payback Simples} = \text{R\$ } 52.738,26 \div \text{R\$ } 6.218,14$$

$$\text{Payback Simples} = 8,48 \text{ anos.}$$

O Payback Simples do projeto de captação de água da chuva é de aproximadamente 8

¹³ O cálculo do Benefício anual corresponde a economia calculada em função do percentual de utilização de águas pluviais 12,50% (descrita na figura 38) em relação ao consumo total mensal de água (potável e não potável) de um bloco- 232,65m³ que equivale a 29,08m³, multiplicado pelo valor da tarifa de R\$ 17,82/m³ x 12 meses.

¹⁴ Tarifa de água cobrada pela concessionária Águas do Rio para categoria do tipo pública e consumo > 15m³.
Fonte: <https://aguasdoriorio.com.br/legislacao-e-tarifas/>.

anos e 6 meses. Neste caso, a razão 8,48 representa o número de anos que o projeto leva para recuperar o capital.

- **Cálculo do Payback Descontado**

O Payback Descontado (PBD) determina o tempo necessário para que o valor presente dos benefícios acumulados iguale o investimento inicial. Ele é calculado identificando o período "t" em que o fator de valor presente de uma anuidade igual a razão entre o investimento e o benefício (Tabela 18). Lima (2019) afirma que este método foi desenvolvido para corrigir uma das desvantagens do payback simples, que é a não consideração do valor do dinheiro no tempo.

Tabela 18 - Fluxo de Caixa Descontado

FLUXO DE CAIXA DESCONTADO (ano a ano)				
Ano	Fluxo Nominal (R\$)	Fator	Fluxo Descontado (R\$)	Acumulado Descontado(R\$)
0	-52.738,26	1,000	-52.738,26	-52.738,26
1	6.218,46	1,085	5.731,30	-47.006,96
2	6.218,46	1,1772	5.282,30	-41.724,66
3	6.218,46	1,2773	4.868,48	-36.856,17
4	6.218,46	1,3859	4.487,08	-32.369,09
5	6.218,46	1,5037	4.135,56	-28.233,53
6	6.218,46	1,6315	3.811,57	-24.421,96
7	6.218,46	1,7701	3.512,97	-20.908,99
8	6.218,46	1,9206	3.237,76	-17.671,23
9	6.218,46	2,0839	2.984,11	-14.687,11
10	6.218,46	2,2610	2.750,33	-11.936,78
11	6.218,46	2,4532	2.534,87	-9.401,91
12	6.218,46	2,6617	2.336,29	-7.065,62
13	6.218,46	2,8879	2.153,26	-4.912,36
14	6.218,46	3,1334	1.984,57	-2.927,79
15	6.218,46	3,3997	1.829,10	-1.098,70
16	6.218,46	3,6887	1.685,80	587,11
17	6.218,46	4,0023	1.553,74	2.140,84
18	6.218,46	4,3425	1.432,01	3.572,86
19	6.218,46	4,7116	1.319,83	4.892,69
20	6.218,46	5,1120	1.216,43	6.109,12
			58.847,38	

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Fórmula utilizada na tabela 18 = $VPB = \sum_{t=1}^{20} 6218,46 / \{(1+i)^t\}$

O fluxo de caixa descontado a 8,5% gera um valor presente dos benefícios igual a R\$ 58.847,38.

Para estimar o tempo de retorno dentro do ano 16, quando o saldo acumulado descontado muda de negativo para positivo (Tabela 19), usamos:

Tempo fracionário = Saldo negativo no início do ano ÷ Fluxo descontado do ano em que ocorre a virada.

Tabela 19 - Análise do Saldo

Ano	Fluxo Bruto (R\$)	Fator	VP (R\$)	Saldo Acumulado (R\$)
15	6.218,46	3,3997	1829,10	-1098,70 (saldo negativo)
16	6.218,46	3,6887	1685,80	587,11 (saldo positivo)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

$$PBD = n + (\text{Fluxo acumulado } n) / (\text{Fluxo Acumulado } n+1)$$

Onde:

- $n = 15$
- Acumulado no ano 15 = - 1.098,70
- Fluxo descontado do ano 16 = 1.685,80

Substituindo os valores

$$PB = 15 + \frac{1.098,70}{1.685,80}$$

Cálculo da fração:

$$\frac{1.098,70}{1.685,80} = 0,6517$$

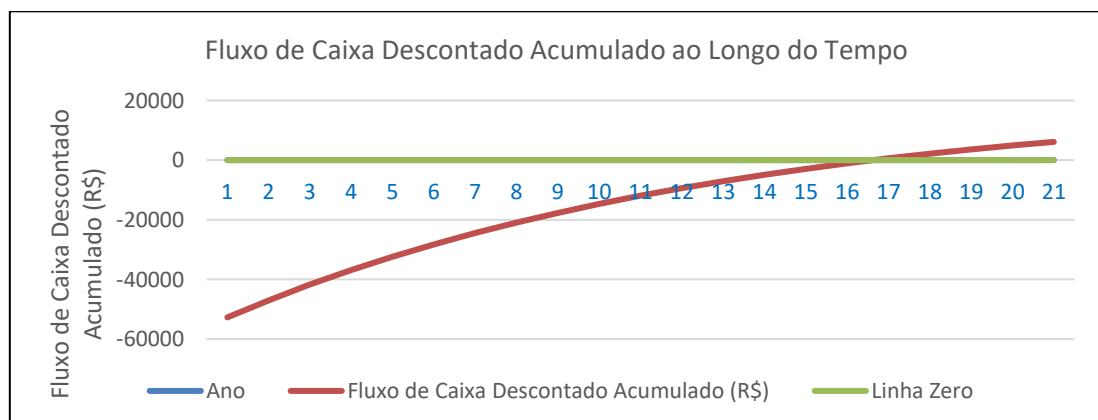
Resultado

$$PB = 15 + 0,6517 = 15,6517 \text{ anos}$$

Arredondando: Payback Descontado = 15,7 anos

O investimento é recuperado em aproximadamente 15,7 anos (Gráfico 8). O tempo de recuperação (15,7 anos) é menor que a vida útil do projeto (20 anos).

Gráfico 8 - Fluxo de Caixa Descontado ao Longo do Tempo



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

- **Cálculo do Valor Presente Líquido (VPL)**

Valor Presente Líquido é o valor do presente do fluxo de caixa operacional do projeto, descontado ao custo de capital da empresa.

Em linhas gerais, podemos ter que quanto maior for o VPL, melhor será o projeto. É um dos métodos mais utilizados para seleção e viabilidade de projetos financeiros e podemos calculá-lo através do somatório dos fluxos de caixa descontados.

VPL=Valor presente dos fluxos de entrada de caixa -Investimento inicial

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 58.847,38 - \text{R\$ } 52.738,26 = \text{R\$ } 6.109,12$$

Segundo Lemes Júnior, Rigo e Cherobim (2002), o critério de aceitação do projeto é:

VPL > 0 = aceita-se o projeto.

VPL = 0 = aceita-se o projeto.

VPL < 0 = recusa-se o projeto

Como o VPL é positivo (R\$ 6.109,12), o projeto de captação de água da chuva é considerado viável economicamente do ponto de vista social, pois o valor presente dos benefícios (economia de água) supera o investimento inicial.

- **Cálculo da TIR por Interpolação Linear**

Segundo Gitman (2001), TIR é a taxa de desconto que iguala o valor presente de fluxos de entrada de caixa com o investimento inicial associado a um projeto. Ou seja, a TIR é a taxa que iguala a VPL a zero.

A regra básica da TIR é:

Procura-se duas taxas (Tabela 20) tais que:

VPL (taxa menor) > 0

VPL (taxa maior) < 0

A TIR está entre essas duas taxas.

$$VPL(i) = \sum_{t=1}^{20} 6218,46 / \{(1+i)^t\} - 52.738,26$$

VPL a 8,5%

$$PV = \text{R\$ } 6218,46 \times (1 - ((1+0,085)^{-20})) / 0,085$$

$$PV = \text{R\$ } 6.218,46 \times 9,4633 = \text{R\$ } 58.847,38$$

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 58.847,38 - \text{R\$ } 52.738,26 = + \text{R\$ } 6.109,12$$

VPL a 9,0%

$$PV = \text{R\$ } 6218,46 \times (1 - ((1+0,09)^{-20})) / 0,09$$

$$PV = R\$ 6.218,46 \times 9,1285 = R\$ 56.765,50$$

$$VPL = R\$ 56.765,50 - R\$ 52.738,26 = +R\$ 4.027,24$$

VPL a 10%

$$PV = R\$ 6.218,46 \times (1 - ((1 + 0,10)^{-20}) / 0,10$$

$$PV = R\$ 6.218,46 \times 8,51356 = R\$ 52.954,60$$

$$VPL = R\$ 52.954,60 - R\$ 52.738,26 = + R\$ 203,00$$

VPL a 11%

$$PV = R\$ 6.218,46 \times (1 - ((1 + 0,11)^{-20}) / 0,11$$

$$PV = R\$ 6.218,46 \times 8,0623 = R\$ 50.122,34$$

$$VPL = R\$ 50.122,34 - R\$ 52.738,26 = - R\$ 3.218,62$$

VPL a 12%

$$PV = R\$ 6.218,46 \times (1 - ((1 + 0,12)^{-20}) / 0,12$$

$$PV = R\$ 6.218,46 \times 7,4694 = R\$ 46.448,44$$

$$VPL = R\$ 46.429,44 - R\$ 52.738,26 = - R\$ 6.289,82$$

Tabela 20 - Tabela de VPL por Taxa Testada

TABELA DE VPL POR TAXA TESTADA		
Taxa t	VPL calculado (R\$)	Sinal do VPL
8,50%	6.109,12	positivo
9,00%	4.027,24	positivo
10,00%	203,00	positivo
11,00%	-3.218,62	negativo
12,00%	-6.289,82	negativo

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A Taxa i que zera o VPL:

A TIR está entre 10% e 11%, porque:

$$VPL(10\%) > 0$$

$$VPL(11\%) < 0$$

Aplicamos interpolação linear:

$$TIR = i_1 + \left(\frac{VPL_1}{VPL_1 - VPL_2} \right) \times (i_2 - i_1)$$

Onde:

$$i_1 = 10\% = 0,10$$

$$i_2 = 11\% = 0,11$$

$$VPL_1 = +R\$ 203,00$$

$$VPL_2 = -R\$ 3.218,62$$

Substituindo:

$$TIR = 0,10 + \frac{R\$ 203,00}{R\$ 203,00 - (-R\$ 3.218,62)} \times (0,01)$$

$$TIR = 0,10 + \left(\frac{R\$ 203,00}{R\$ 3.421,62} \right) \times (0,01)$$

$$TIR = 0,10 + (0,05932) \times (0,01)$$

$$TIR = 0,10 + 0,0005932$$

$$TIR = 0,10059$$

$$\mathbf{TIR = 10,06\% \text{ ao ano}}$$

Lemes Júnior, Rigo e Cherobim (2002) destacam que um projeto de investimento deve ser aceito quando sua Taxa Interna de Retorno (TIR) é igual ou superior ao custo de capital; caso contrário, o projeto deve ser rejeitado.

Gitman (2001) corrobora essa mesma perspectiva ao explicitar que a TIR representa a taxa que iguala o valor presente dos fluxos de caixa ao investimento inicial, servindo como um parâmetro fundamental para avaliar a atratividade econômica do projeto.

- Se a TIR é maior do que o custo de capital , aceitar o projeto
- Se a TIR é menor do que o custo de capital , rejeitar o projeto.

5.13. Análise final de viabilidade

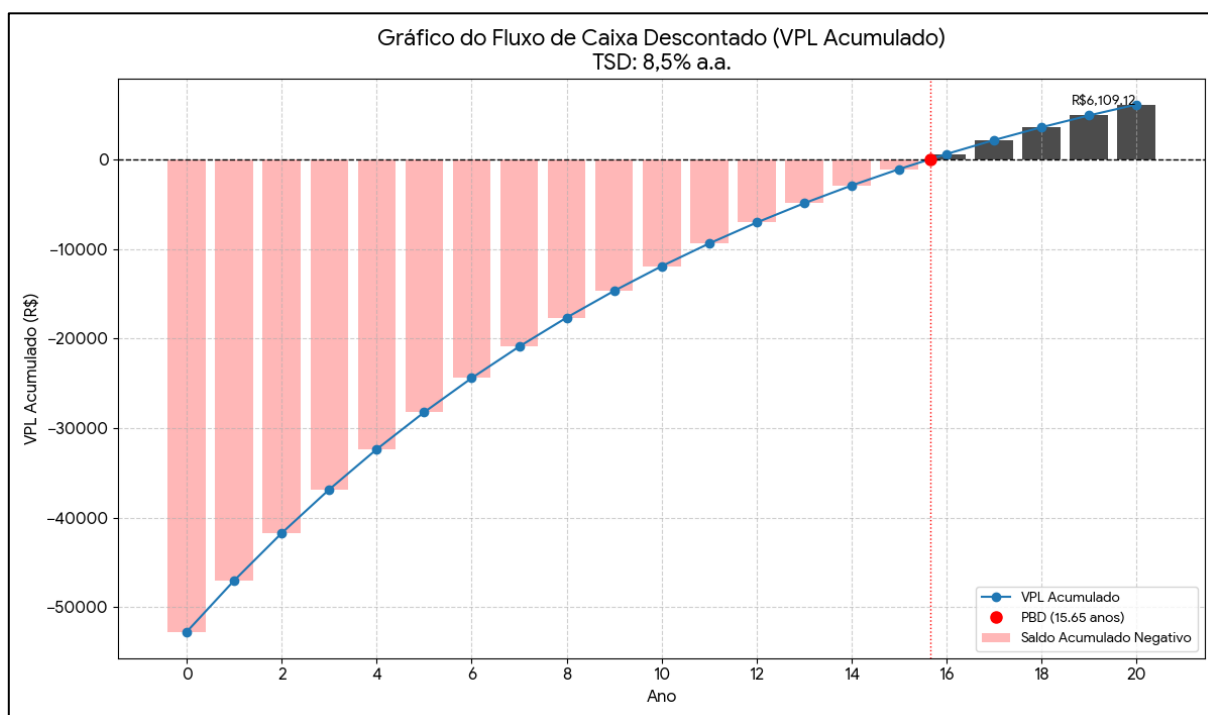
A análise econômico-financeira detalhada mostra que:

A avaliação final da viabilidade do projeto de captação de água pluvial no I.M. Nova Iguaçu foi conduzida sob a ótica da Análise Custo-Benefício (ACB) social, utilizando a Taxa Social de Desconto (TSD) de 8,5% real ao ano como referencial de custo de oportunidade do capital. A viabilidade do investimento é confirmada pela coerência e positividade de todos os indicadores econômicos primários. O Valor Presente Líquido (VPL), indicador central para o setor público, atingiu R\$ 6.109,12. Esse resultado positivo significa que o valor presente de todos os benefícios esperados (economia anual de água) excede o investimento inicial, garantindo um ganho líquido para a sociedade após a remuneração mínima do capital à taxa social.

Essa performance é corroborada pela Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto, que foi calculada em 10,06% real ao ano. Como a TIR é superior à TSD de 8,5%, fica demonstrado que a rentabilidade intrínseca do projeto supera o custo de oportunidade social dos recursos, confirmando sua eficiência e atratividade econômica. Além disso, no quesito liquidez e gestão

de risco, o Payback Descontado PBD foi de 15,7 anos. Este período de recuperação de capital, calculado em valores presentes, é significativamente inferior à vida útil projetada do sistema, que é de 20 anos. O projeto, portanto, mitiga o risco de longo prazo e garante a recuperação do investimento de forma tempestiva (Gráfico 9). Em suma, o projeto se mostra economicamente justificável e recomendado, pois atende rigorosamente a todos os critérios de aceitação da avaliação de projetos públicos ($VPL > 0$, $TIR > TSD$ e $PBD < \text{Vida Útil}$).

Gráfico 9 - Fluxo de Caixa Descontado



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Recomendações e Observações Técnicas

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se, para estudos posteriores, o refinamento do fluxo de caixa e do Valor Presente Líquido (VPL) por meio da inclusão dos custos reais de operação e manutenção, obtidos após o primeiro ciclo anual de funcionamento. Este monitoramento deve focar, especificamente, na mensuração do consumo elétrico do sistema de bombeamento e no levantamento de insumos para tratamento de água. Adicionalmente, sugere-se a análise de cenários alternativos que contemplem a ampliação da capacidade de reservação, além da busca por subsídios e linhas de financiamento verdes, fatores que podem reduzir o *payback* e potencializar a viabilidade econômica do projeto.

Cabe ressaltar que, na presente análise econômica, os custos operacionais associados à manutenção e desinfecção da água pluvial não foram contabilizados como despesas

incrementais. Tal decisão fundamenta-se na premissa de que a mão de obra e os serviços correlatos serão absorvidos pelo contrato de manutenção global e infraestrutura já vigente na universidade. Dessa forma, a implementação do sistema aproveita a estrutura administrativa existente, não gerando novos custos marginais ou desembolsos adicionais ao orçamento da instituição.

Quanto ao consumo de energia da bomba centrífuga, este foi considerado imaterial nesta fase inicial. A natureza estocástica do regime pluviométrico e a incerteza quanto aos períodos de estiagem tornam qualquer estimativa prévia de consumo de energia meramente especulativa. Assim, optou-se por considerar este custo como desprezível no curto prazo, prevendo-se sua medição assertiva somente após um ciclo de monitoramento de 12 meses, o que permitirá uma avaliação de desempenho *ex-post* condizente com as variações climáticas sazonais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como qualquer outra atividade, a implantação de um sistema de captação de água de chuva exige um planejamento estruturado, contemplando todas as etapas, desde os estudos preliminares até a estimativa de custos e definição de prazos para sua execução. Nesta pesquisa, buscou-se inicialmente promover uma reflexão acerca do cenário hídrico no Brasil e no mundo, destacando alternativas capazes de contribuir para a economia e para a sustentabilidade no uso da água. Reconhece-se que este recurso natural é essencial para a vida no planeta e, portanto, sua gestão deve ser orientada por princípios de responsabilidade ambiental.

Para a implantação do sistema de captação de águas pluviais no Instituto Multidisciplinar, identificaram-se algumas particularidades que demandam atenção específica. O primeiro aspecto refere-se à instalação das calhas e tubulações de condução da água até o reservatório, atividade que requer trabalho em altura, uma vez que o edifício possui três pavimentos. Assim, é necessário dispor de mão de obra especializada e devidamente capacitada conforme a Norma Regulamentadora NR-35, o que tende a elevar os custos de execução. Além disso, por se tratar de uma edificação pública, a contratação desses serviços deve seguir as normas técnicas, demandando a elaboração de projetos técnicos e orçamentos detalhados.

Ressalta-se que existem outros banheiros no Instituto utilizados por servidores técnico-administrativos; entretanto, esses também fazem uso dos banheiros coletivos. Já o prédio destinado à pós-graduação não foi considerado nesta pesquisa, pois não foi possível definir com precisão o padrão de uso dos sanitários, uma vez que sua localização permite aos usuários utilizarem com mais frequência os sanitários dos blocos principais, por estarem no centro do campus e comportarem toda a infraestrutura do Instituto, tais como o restaurante universitário e a biblioteca. Para esses casos, seria necessário um acompanhamento sistemático e de longo prazo, visando à quantificação mais assertiva da demanda.

Quanto ao custo, optou-se por elaborar um orçamento estimativo com base em referenciais públicos, considerando inicialmente apenas um único bloco. Tal decisão fundamenta-se no fato de que a implantação do sistema em todo o conjunto do Instituto representaria um impacto significativo no orçamento institucional, que deve atender a diversas demandas prioritárias. Assim, propõe-se iniciar o processo por meio de uma unidade-piloto, possibilitando a avaliação de desempenho, a identificação de ajustes necessários e a otimização do modelo antes de sua ampliação para outros blocos.

Em relação aos resultados da simulação, a economia obtida foi de 12,50% no consumo

de água potável. Embora este percentual represente um ganho de certa forma significativo, ele se encontra aquém de valores reportados em outras pesquisas e aplicações já consolidadas.

Segundo Plínio Tomaz (2011), estudos realizados no Japão por Yamagata et al. (2002) apontam potencial médio de economia de 30%. Da mesma forma, informações divulgadas pela Premier Tech (2024)¹⁵, indicam possibilidades de redução ainda mais expressivas, chegando a 50% em residências e até 70% em edifícios comerciais com usos sanitários e irrigação.

A comparação, entretanto, não invalida os resultados obtidos. Pelo contrário, confirma que o desempenho alcançado está coerente com um sistema em estágio inicial, baseado em volume fixo de reservação e sem otimizações de operação ou ampliação de áreas de captação. Assim, reconhece-se que economias superiores são tecnicamente possíveis, desde que adotadas estratégias de melhoria gradativa, como aumento do reservatório, diversificação de pontos de consumo atendidos e educação dos usuários para uso mais eficiente.

Sob uma perspectiva integrada do ambiente e do território, a água é compreendida como elemento estruturador das dinâmicas naturais e sociais, refletindo diretamente nas formas de ocupação, uso e transformação do espaço. A disponibilidade e o uso da água revelam desigualdades, modos de vida e relações de poder, evidenciando que sua gestão envolve dimensões que ultrapassam o campo técnico. Dessa forma, pensar a gestão hídrica no contexto institucional é também refletir sobre práticas de planejamento territorial, governança ambiental e construção de uma cultura de sustentabilidade que transcenda o consumo imediato. Nesse contexto, a adoção de sistemas de captação de águas pluviais constitui uma ação estratégica que alia eficiência no uso dos recursos, responsabilidade ambiental e valorização do espaço urbano.

No aspecto econômico, a análise da Taxa Interna de Retorno (TIR) demonstrou que o investimento tende a se pagar ao longo da vida útil do sistema, revelando viabilidade financeira progressiva, especialmente diante de reajustes tarifários e perspectivas de maior pressão sobre as fontes de abastecimento.

Diante disso, conclui-se que o aproveitamento de água pluvial no Instituto Multidisciplinar é tecnicamente viável, ambientalmente relevante e economicamente justificável, sobretudo quando adotado em escala piloto como estratégia de implantação gradual.

Recomenda-se, para desdobramentos futuros:

¹⁵ A Premier Tech Water and Environment é composta por mais de 1500 membros em 12 países, empenhados em proteger o nosso planeta com soluções locais sustentáveis, como purificação de águas residuais, recuperação de água da chuva, armazenamento e transporte de diferentes líquidos e transformação de resíduos orgânicos em recursos valiosos. A Premier Tech, vem fazendo a diferença para alimentar, proteger e melhorar o nosso planeta desde 1995. Fonte: <https://www.premiertechaqua.com/#about-us>

- monitoramento prolongado dos consumos reais;
- avaliação de diferentes volumes de reservação;
- ampliação para novos blocos após consolidação de resultados.

Assim, este trabalho não representa um ponto de chegada, mas um marco inicial para uma política institucional de sustentabilidade hídrica, orientada pela eficiência, responsabilidade ambiental e gestão racional dos recursos, em consonância com os princípios das ODS 6 da Agenda 2030, que preconiza o acesso universal e sustentável à água e ao saneamento como fundamentos para o desenvolvimento equilibrado e inclusivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626**: Sistema predial de água fria e água quente — Projeto, execução e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15527**: Água de chuva: aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15527**: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16782**: Conservação de água em edificações – Requisitos, procedimentos e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16783**: Uso de fontes alternativas não potáveis em edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- AEGEA. Aegea Saneamento e Participações S.A. **Aegea adere ao Movimento +Água da iniciativa Ambição 2030 da ONU**. [S. l.], 2023. Disponível em: <https://aegea.blog.br/aegea-adere-ao-movimento-agua-da-iniciativa-ambicao-2030-da-onu/>. Acesso em: 8 maio 2024.
- AGEVAP. Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Atlas da Região V** – Baía de Guanabara e sistemas lagunares de Maricá e Jacarepaguá. Resende: AGEVAP, 2021. Disponível em: https://comitebaiadeguanabara.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Atlas_CBH-BG.pdf. Acesso em: 17 nov. 2024.
- AGEVAP. Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. **Mapa da Região Hidrográfica II (Guandu)**. Resende: AGEVAP, 2008. Disponível em: <https://www.agevap.org.br/downloads/maparegiaio.pdf>. Acesso 17 nov. 2024.
- ÁGUAS DE PORTUGAL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Lisboa: Grupo Águas de Portugal, 2022. Disponível em: <https://portalagua.pt/ods/>. Acesso em: 10 out. 2025.
- ÁGUAS DO RIO. **Legislação e tarifas**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://aguasdorio.com.br/legislacao-e-tarifas/>. Acesso em: 2 maio 2024.
- ÁGUAS DO RIO. **Quem somos – Nossa história**. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://aguasdorio.com.br/quem-somos/>. Acesso em: 8 maio 2024.
- ALMEIDA, L. F.; MACÊDO, J. P. Gestão sustentável de recursos hídricos em instituições públicas: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 12, n. 3, p. 55–68, 2018.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **As enchentes no Rio Grande do**

Sul: lições, desafios e caminhos para um futuro resiliente. Brasília: ANA, 2025. 57 p. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/estudo-aponta-que-enchentes-de-2024-foram-maior-desastre-natural-da-historia-do-rs-e-sugere-caminhos-para-futuro-com-eventos-extremos-mais-frequentes>. Acesso em: 8 set. 2025.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **As regiões hidrográficas**. Brasília: ANA, 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/regioeshidrograficas/regiao-hidrografica-atlantico-sudeste>. Acesso em: 1 abr. 2024.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2024:** informe anual. Brasília: ANA, 2024b. 154 p. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 15 abr. 2024.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Impacto da mudança climática nos recursos hídricos do Brasil**. Brasília: ANA, 2024c. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-v-eventos/noticias/ana-lanca-estudo-sobre-impactos-da-mudanca-climatica-nos-recursos-hidricos-das-diferentes-regioes-do-brasil>. Acesso em: 9 out. 2024.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Manual de usos consuntivos da água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019. 75 p. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/Acervo/Detalhe/78093. Acesso em: 8 ago. 2025.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2010.

BBC. BBC News Brasil. **Como o estresse hídrico vai assolar a América Latina nos próximos 25 anos**. 2024. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cv2g9471gp4o>. Acesso em: 22 ago. 2024.

BRASIL. **Lei nº 13.501, de 30 de outubro de 2017**. Altera o art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, para incluir o aproveitamento de águas pluviais entre os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Presidência da República, [2017]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113501.htm. Acesso em: 12 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Economia. **Nota Técnica SEI nº 19911/2020/ME**. Brasília: Ministério da Economia, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/gestao/pt-br/assuntos/publicacoes/nt_taxa-social_vf.pdf. Acesso em: 14 ago. 2025.

CAIXA. Caixa Econômica Federal. **SINAPI** – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.asp>. Acesso em: 30 out. 2025.

CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro. **A empresa**. Rio de Janeiro: CEDAE, [s.d.]. Disponível em: <https://www.cedae.com.br/A-EMPRESA/A-CEDAE>. Acesso em: 16 out. 2024.

CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro. **Captação de água da chuva**. Rio de Janeiro: CEDAE, [s.d.]. Disponível em:

<https://www.cedae.com.br/SOCIOAMBIENTAL/Economize-Agua/Captacao-de-agua-da-chuva>. Acesso em: 16 out. 2024.

CEDAE. Companhia Estadual de Águas e Esgoto do Rio de Janeiro. **Sistema Guandu**. Rio de Janeiro: CEDAE, [s.d.]. Disponível em: <https://www.cedae.com.br/SOCIOAMBIENTAL/O-mapa-das-Aguas/Sistema-Guandu>. Acesso em: 16 out. 2024.

CLIMATE-DATA. Climate-Data.org. **Clima em Nova Iguaçu (RJ)**: médias 1991–2021. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://en.climate-data.org/south-america/brazil/rio-de-janeiro/nova-iguacu-4044/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

COMITÊ GUANDU. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu. **Relatório executivo do Plano Estratégico de Recursos Hídricos** das bacias hidrográficas do rio Guandu, da Guarda e Guandu Mirim. Rio de Janeiro: Comitê Guandu, 2018. Disponível em: https://comiteguandu.org.br/wp-content/uploads/2021/10/arq_pubMidia_Processo_063-2013_P8.pdf. Acesso em: 6 mar. 2024.

CORDOVA, M. M.; GHISI, E. **Netuno 4**: manual do usuário. Florianópolis: UFSC, 2014. 161 p.

COSTA, L. de M. F.; ALVES, C. de M. A.; CARMO, A. G. do; NOGUEIRA, L. H. R. **Arcabouço legal de aproveitamento de água de chuva à luz do Novo Marco do Saneamento**. In: XXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2021, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Porto Alegre: ABRHidro, 2021. ISSN 2318-0358.

COZER, N. **Água de chuva**: captação e benefícios. [S. l.]: Instituto GIA, 2019. Disponível em: <https://gia.org.br/portal/elementor-4348/>. Acesso em: 21 set. 2023.

CREDER, H. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

EBC. Empresa Brasil de Comunicação. **Soluções sustentáveis para o uso da água**. Brasília: Agência Brasil, 10 mar. 2023. Disponível em: <https://www.ebc.com.br/especiais-agua/solucoes-hidricas/>. Acesso em: 20 ago. 2024.

EBC. Agência Brasil. **Com estiagem, região metropolitana do Rio sofre com falta d'água**. Texto de Akemi Nitahara. Rio de Janeiro: EBC, 2015. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-10/estiagem-leva-falta-dagua-em-cidades-da-regiao-metropolitana-do-rio>. Acesso em: 3 out. 2024.

ENAP. Fundação Escola Nacional de Administração Pública. **Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil (IDSC-BR)**. Conteudista: Gêrsica Moraes Nogueira da Silva. Brasília: ENAP, 2023.

ENAP. Fundação Escola Nacional de Administração Pública. **Metodologias educacionais aplicadas à temática água e sustentabilidade**. Brasília: ENAP, 2023b. 100 p.

EMOP-RJ. Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro. **Quais são os serviços da EMOP-RJ**. Rio de Janeiro, [s.d.]. Disponível em: <https://www.rj.gov.br/emop/quais-sao>. Acesso em: 30 out. 2025.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. **Floods Engulf Porto Alegre**: imagem de satélite da enchente de 2024. [S. l.], 8 maio 2024. Disponível em: <https://science.nasa.gov/earth/earth-observatory/floods-engulf-porto-alegre-152795/>. Acesso em: 8 out. 2025.

FARIAS, D. A. **Água como mercadoria e desenvolvimento sustentável na Região dos Lagos–RJ**. 2021. 112 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2021.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1977.

GHISI, E.; COLASIO, B. M.; GERALDI, M.; TESTON, A. Rainwater harvesting in buildings in Brazil: a literature review. **Water**, v. 10, n. 4, p. 471, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/10/4/471>. Acesso em: 15 nov. 2024.

GIACCHINI, M. **Estudo quali-quantitativo do aproveitamento da água de chuva no contexto da sustentabilidade dos recursos hídricos**. 2010. 145 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira – essencial**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022**: de 2010 a 2022, população brasileira cresce 6,5% e chega a 203,1 milhões. Rio de Janeiro: Agência IBGE Notícias, 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37237-de-2010-a-2022-populacao-brasileira-cresce-6-5-e-chega-a-203-1-milhoes>. Acesso em: 28 jan. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama**: Nova Iguaçu, RJ. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/nova-iguacu/panorama>. Acesso em: 9 jun. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNAD)**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?edicao=34239>. Acesso em: 9 nov. 2024.

ICS. Instituto Cidades Sustentáveis. **Agenda 2030**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.cidadessustentaveis.org.br/institucional/pagina/agenda2030>. Acesso em: 8 out. 2024.

IDSC-BR. **Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades – Brasil**. Portal IDSC-BR. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/>. Acesso em: 10 maio 2024.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Sistemas de Abastecimento Guandu-Lajes-Acari**. Rio de Janeiro: INEA, [2024]. Disponível em: <https://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/seguranca-hidrica/sistemas-de-abastecimento/guandu-lajes-acari/>. Acesso em: 9 nov. 2024.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS 6):** assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos. Brasília: IPEA, 2019. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/ods/ods6.html>. Acesso em: 8 out. 2024. Brasil

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Uso de água de chuva.** São Paulo: IPT, 2015. Disponível em: <https://ipt.br/2015/02/19/uso-de-agua-de-chuva/>. Acesso em: 30 out. 2025.

JTV – JORNAL TERCEIRA VISÃO. **Alto consumo e estiagem colocam pressão sobre o Sistema Cantareira e acendem sinal de atenção em Valinhos.** Valinhos, 2025. Disponível em: <https://jtv.com.br/crise-hidrica-cantareira-valinhos-2025/>. Acesso em: 26 jul. 2025.

LATOUR, B. **Cogitamos:** seis cartas sobre as humanidades científicas. São Paulo: Editora 34, 2016.

LATOUR, B. **Jamais fomos modernos:** ensaio de antropologia simétrica. Rio de Janeiro: Editora 34, 1994.

LEMES JÚNIOR, A. B.; RIGO, C. M.; CHEROBIM, A. P. M. S. **Administração financeira:** princípios, fundamentos e práticas brasileiras. São Paulo: Atlas, 2002.

LIMA, F. R. S. **Viabilidade econômica e financeira de projetos.** Volta Redonda, RJ: FERP, 2019. 144 p.

MACÊDO, E. S. P. de. **Avaliação da implantação de sistemas de aproveitamento de água pluvial e geração de energia solar na UEPB:** estudo de caso no Campus VIII. 2021. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2021.

MARINOSKI, A. K. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino:** estudo de caso em Florianópolis - SC. 2007. 104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MAY, S. **Estudo da viabilidade e do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações.** 2004. 189 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MELO, V. O. **Instalações prediais hidráulico-sanitárias.** São Paulo: Blucher, 2004.

NAKAGAWA, A. K. **Caracterização do consumo de água em prédios universitários:** o caso da UFBA. 2009. 183 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

OLIVEIRA, L. D de. A agenda 2030 sob o olhar das periferias: limites e imposturas dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Geografares**, v. 4, n. 38, p. 13–34, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/geografares/article/view/44812>. Acesso em: 25 jan. 2025.

ONU. Nações Unidas Brasil. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** Brasília: Nações

Unidas Brasil, [2024]. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 6 abr. 2024.

ONU NEWS. 46% da população global vive sem acesso a saneamento básico. **ONU News**, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/03/1811712>. Acesso em: 14 maio 2024.

PARANÁ. RPC. **Crise hídrica: Paraná tem 13 cidades em estado de alerta e outras 18 com racionamento de água**. G1 Paraná, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2021/09/07/crise-hidrica-parana-tem-13-cidades-em-estado-de-alerta-e-outras-18-com-acionamento-de-agua.ghtml>. Acesso em: 03 out. 2024.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, n. 3, p. 465–473, 2000.

PEREIRA, P. P.; ITO, A. H.; LIMA, E. P.; PAREDES, E.; LAUTENSCHLAGER, S. R.; SOARES, P. F. Cálculo do consumo de água per capita e distribuição das demandas em uma instituição de ensino superior. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015, Brasília. **Anais [...]**. Porto Alegre: ABRH, 2015. p. 1–7.

PREMIER TECH. A reutilização da água da chuva ajuda a aumentar a resiliência das comunidades. **Ambiente Magazine**, [S. l.], n. 104, 2024. Disponível em: <https://www.ambientemagazine.com/a-reutilizacao-da-agua-da-chuva-ajuda-a-aumentar-a-resiliencia-das-comunidades/>. Acesso em: 28 jan. 2025.

QUINTSLR, S. **Da crise hídrica à ecologia política da água: megaprojetos de abastecimento e injustiça ambiental no Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2023. 374 p.

REVISTA NORDESTE. **PB, PE, CE e RN são estados mais afetados pela pior seca dos últimos 50 anos**. Texto de Paulo Santas. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://revistanordeste.com.br/pb-pe-ce-e-rn-sao-estados-mais-afetados-pela-pior-seca-dos-ultimos-50-anos/>. Acesso em: 02 out. 2024.

RIO DE JANEIRO (Estado). **Leis Estaduais**: portal de legislação. [S. l.], [2024]. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/rj>. Acesso em: 9 nov. 2024.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Programa de uso racional da água**. [S. l.]: Sabesp, [s.d.]. Disponível em: <https://www.sabesp.com.br/o-que-fazemos/obras-programas/uso-razional-agua>. Acesso em: 16 out. 2024.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 1998.

SANT'ANA, D. R.; MEDEIROS, L. B. P. **Aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas em edificações: padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção**. Relatório técnico final 1/2017. Brasília: ADASA/UnB, 2017.

SCO-RIO. Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. **Sistema de custo de obras – Catálogo do Sistema de Obras (SCO-RIO)**. Rio de Janeiro, 17 dez. 2024. Disponível em: <https://carioca.rio/servicos/catalogo-do-sistema-de-obras-sistema-de-custo-de-obras/>. Acesso

em: 30 ago. 2025

SILVA JÚNIOR, J. C.; FERREIRA, I. V. L.; BARBOZA, M. G. Consumo per capita de água em instituição de ensino superior: estudo de caso. *In*: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA (CONTECC), 2018, Maceió. **Anais [...]**. Alagoas: CONFEA, 2018.

SiBBR/UFRRJ. Sistema de Informação sobre Biodiversidade Brasileira. **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://collectory.sibbr.gov.br/collectory/public/show/in131>. Acesso em: 29 nov. 2024.

SPOSITO, E. S. A propósito dos paradigmas de orientações teóricas - metodológicas na geografia contemporânea. **Terra Livre**, São Paulo, n. 16, p. 99-112, 2001.

STENGERS, I. **A invenção das ciências modernas**. São Paulo: Editora 34, 2002.

TÉCHNE. **Sistema da Arena Pernambuco reaproveita 2.200 m³ de água por mês**. São Paulo: PINI, n. 212, p. 8, mar. 2014. Seção Área Construída.

TÉCHNE. **Aproveitamento de água da chuva – Uso não potável**. São Paulo: PINI, n. 212, p. 26-27, mar. 2014.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2. ed. São Paulo: Navegar, 2003. 180 p.

TOMAZ, P. **Aproveitamento da água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**. 4. ed. São Paulo: Navegar Editora, 2011. 208 p.

TOMAZ, P. Águas de chuva: poluição difusa e aproveitamento em uso não potável. *In*: TELLES, D. A. (coord.). **Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão**. São Paulo: Blücher, 2013. p. 444-453.

TV GAZETA. **ES entra em nível de atenção para a crise hídrica e governo alerta sobre uso de água; confira as recomendações**. g1 ES e TV Gazeta, 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/espirito-santo/noticia/2016/09/acionamento-de-agua-comeca-na-grande-vitoria.html>. Acesso em: 02 out. 2024.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2019**: não deixe ninguém para trás: resumo executivo. Paris: UNESCO, 2019. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_por. Acesso em: 3 jan. 2024.

UFLA. Universidade Federal de Lavras. **GreenMetric 2024**: UFLA avança no ranking mundial e lidera ensino e pesquisa em sustentabilidade no Brasil. Lavras: UFLA, 2024. Disponível em: <https://ufla.br/noticias/institucional/17349-greenmetric-2024-ufla-avanca-no-ranking-mundial-e-lidera-ensino-e-pesquisa-em-sustentabilidade-no-brasil>. Acesso em: 30 ago. 2025.

UFLA. Universidade Federal de Lavras. **Ranking GreenMetric**: UFLA é a universidade mais sustentável da América Latina. Lavras: UFLA, 2016. Disponível em: <https://www.ufla.br/dcom/2016/12/30/ranking-greenmetric-ufla-e-a-universidade-mais-sustentavel-da-america-latina/>. Acesso em: 30 ago. 2025.

UFLA. Universidade Federal de Lavras. **UFLA é Azul: 2ª universidade do mundo com o certificado Blue University**. Lavras: UFLA, 2016a. Disponível em: <https://www.ufla.br/dcom/2016/05/16/ufla-e-azul-2a-universidade-do-mundo-com-o-certificado-blue-university-em-reconhecimento-pela-gestao-das-aguas/>. Acesso em: 30 ago. 2025.

UFRRJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Catálogo institucional 2023**. Nova Iguaçu: UFRRJ, 2023. Disponível em: <https://www.ni.ufrrj.br/catalogo-institucional/>. Acesso em: 15 nov. 2024.

UFRRJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Coordenadoria de Projetos de Engenharia e Arquitetura (COPEA). **Acervo técnico**. Seropédica: COPEA, [2025].

UFRRJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Conservação de Parques e Jardins: histórico**. Seropédica: UFRRJ, [2024]. Disponível em: <https://institucional.ufrrj.br/parquesejardins/historico/>. Acesso em: 15 nov. 2024.

UFRRJ/ClimaEnGeo. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. **Dados pluviométricos – 2021–2025**. Nova Iguaçu: Laboratório ClimaEnGeo (IM/UFRRJ), 2025. Disponível em: <https://laboratorios.ufrrj.br/climaengeo>. Acesso em: 26 jul. 2025.

UFSM. Universidade Federal de Santa Maria. **Estudo da ANA aponta a comunicação de risco como uma das fragilidades no contexto do desastre climático no RS em 2024**. [S. l.]: Observatório da Crise Climática, 2025. Disponível em: <https://www.ufsm.br/projetos/institucional/observatorio-crise/2025/05/05/estudo-da-ana-aponta-a-comunicacao-de-risco-como-uma-das-fragilidades-no-contexto-do-desastre-climatico-no-rs-em-2024>. Acesso em: 8 set. 2025.

UOL. UOL Cotidiano. **Com chuvas abaixo da média, Cantareira tem o pior abril em 9 anos**. Texto de Welington Ramalhos. [S. l.], 2015. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2015/04/30/com-chuvas-abaixo-da-media-cantareira-tem-o-pior-april-em-nove-anos.htm>. Acesso em: 02 out. 2024.

WEATHER SPARK. **Clima em Nova Iguaçu, Brasil**. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30107/Clima-característico-em-Nova-Iguaçu-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: 31 ago. 2025.

WORLD BANK. **Water Supply and Sanitation Sector Guidance Note**. Washington, DC: World Bank, 2022. Disponível em: <https://www.worldbank.org/>. Acesso em: 31 ago. 2025.

WWA. World Weather Attribution. **Mudanças climáticas dobraram probabilidade de enchentes históricas no RS**. [S. l.]: WWA, 2024. Disponível em: <https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-made-the-floods-in-southern-brazil-twice-as-likely/>. Acesso em: 8 set. 2025.

APÊNDICE B – Orçamento estimativo

ORÇAMENTO ESTIMATIVO - CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA - INSTITUTO MULTIDISCIPLINAR - 01 BLOCO							Valor Final do Orçamento		49,452,67
							BDI		25,88 %
ITEM	CÓDIGO	BANCO	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT..	VALOR UNIT.	VALOR UNIT. C/ BDI	TOTAL	PESO (%)
1			INSTALAÇÕES DAS CAIXAS D' ÁGUA - SOBRE CX. D'ÁGUA DE CONCRETO		1		4.693,19	4.693,19	9,49 %
1.1	94651	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 50MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 04/2024	M	27	26,17	32,94	889,38	1,80 %
1.2	94706	SINAPI	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM X 1 1/2", INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 04/2024	UN	11	41,29	51,97	571,67	1,16 %
1.3	94704	SINAPI	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM X 1", INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 04/2024	UN	1	31,27	39,36	39,36	0,08 %
1.4	103984	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 06/2022	UN	5	24,74	31,14	155,70	0,31 %
1.5	94674	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 04/2024	UN	3	9,53	11,99	35,97	0,07 %
1.6	18.021.0035-0	EMOP	RESERVATORIO APOIADO PARA ARMAZENAMENTO DE ÁGUA POTAVEL OU P ARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA AAC, EM FIBRA DE VIDRO OU POLIETILENO, COM CAPACIDADE EM TORNO DE 1000L, INCLUSIVE TAMP A DE VEDACAO COM ESCOTILHA E FIXADORES, CONFORME ABNT NBR 155 27,12217 E 8220.FORNECIMENTO E DE 1000 LITROS	UN	6	378,94	477,00	2.862,00	5,79 %

1.7	104004	SINAPI	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	UN	3	36,84	46,37	139,11	0,28 %
2			COLUNAS DE DESCIDA - ALIMENTAÇÃO -BOMBA		1		1.044,23	1.044,23	2,11 %
2.1	89447	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 32MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	M	15	12,22	15,38	230,70	0,47 %
2.2	89449	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	M	21,75	20,61	25,94	564,19	1,14 %
2.3	89501	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	UN	3	17,46	21,97	65,91	0,13 %
2.4	89625	SINAPI	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	UN	1	27,11	34,12	34,12	0,07 %
2.5	94492	SINAPI	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, COM VOLANTE, DN 50 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	1	82,56	103,92	103,92	0,21 %
2.6	89449	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	M	1,75	20,61	25,94	45,39	0,09 %
3			ALIMENTAÇÃO DOS BANHEIROS		1		4.361,94	4.361,94	8,82 %
3.1	103979	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 50MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	M	37,89	37,14	46,75	1.771,35	3,58 %
3.2	103984	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	UN	21	24,74	31,14	653,94	1,32 %
3.3	103985	SINAPI	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	UN	6	27,55	34,67	208,02	0,42 %
3.4	104006	SINAPI	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM X 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	UN	3	30,84	38,82	116,46	0,24 %
3.5	104004	SINAPI	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	UN	9	36,84	46,37	417,33	0,84 %

3.6	94492	SINAPI	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, COM VOLANTE, DN 50 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	6	82,56	103,92	623,52	1,26 %
3.7	89402	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	M	9	16,15	20,32	182,88	0,37 %
3.8	94489	SINAPI	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, COM VOLANTE, DN 25 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	3	39,86	50,17	150,51	0,30 %
3.9	89408	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	UN	9	11,57	14,56	131,04	0,26 %
3.10	89440	SINAPI	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	UN	3	15,88	19,98	59,94	0,12 %
3.11	89409	SINAPI	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	UN	3	12,44	15,65	46,95	0,09 %
4			CAPTAÇÃO DA ÁGUA DO TELHADO - HORIZONTAL		1		5.343,05	5.343,05	10,80 %
4.1	89511	SINAPI	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_06/2022	M	90,3	47,01	59,17	5.343,05	10,80 %
5			CAPTAÇÃO DA ÁGUA DO TELHADO - VERTICAL		1		1.421,58	1.421,58	2,87 %
5.1	89576	SINAPI	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_06/2022	M	38	29,72	37,41	1.421,58	2,87 %
6			CONEXÕES (HORIZONTAL /VERTICAL)		1		1.151,76	1.151,76	2,33 %
6.1	89581	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_06/2022	UN	24	38,13	47,99	1.151,76	2,33 %
7			CISTERNAS		1		19.574,71	19.574,71	39,58 %
7.1	94651	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 50MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	M	2	26,17	32,94	65,88	0,13 %
7.2	94706	SINAPI	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM X 1 1/2", INSTALADO EM	UN	2	41,29	51,97	103,94	0,21 %

			RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024						
7.3	103976	SINAPI	TE DE REDUÇÃO, 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM X 32 MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	UN	1	29,99	37,75	37,75	0,08 %
7.4	94490	SINAPI	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, COM VOLANTE, DN 32 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	1	59,03	74,30	74,30	0,15 %
7.5	AP 35.10.0050	SCO	RESERVATORIO EM FIBRA DE VIDRO, COM CAPACIDADE DE 10.000L, DIMENSOES (DIAMETRO: 2,60 X ALTURA: 2,00M), PARA ÁGUA NAO POTAVEL OU PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA (AAC), FABRICADOS PARA OPERAREM SOB REGIME DE CARGA OSCILANTE CICLICA, TRATAMENTO ESPECIAL COM ABSORVEDORES DE RADIACOES UVA E UVB SOLARES EXTRA-REFORCADOS, SUPORTAM CARGA DE COMPRESSAO DIRETAMENTE NO COSTADO SEM NECESSIDADE DE CONTENCAO QUANDO SOTERRADOS. TRATAMENTO INTERNO COM RESINAS ADEQUADAS E ESPECIAIS (CONFORME APROVACAO DO MINISTERIO DA SAUDE E O INSTITUTO ADOLPHO LUTZ). RESERVATORIOS TESTADOS EM RESISTENCIA MAXIMA A TRACAO, FLEXAO, DUREZA BARCOL, METODOS / NORMAS UTILIZADAS: ASTM D-638/77 - ASTM D-790/71 - ASTM D-2583. FORNECIMENTO.	un	2	5.673,46	7.141,75	14.283,50	28,88 %
7.6	4	Próprio	KIT 5 - FILTRO CICLO 500, SIFÃO LADRÃO 150MM, FREIO D' ÁGUA 150MM, CONJUNTO DE SUCÇÃO 1" 2, METROS	UNID	1	3.979,46	5.009,34	5.009,34	10,13 %
8			BOMBA CENTRÍFUGA - INSTALAÇÃO		1		6.130,86	6.130,86	12,40 %
8.1	102113	SINAPI	BOMBA CENTRÍFUGA, TRIFÁSICA, 1 CV OU 0,99 HP, HM 14 A 40 M, Q 0,6 A 8,4 M3/H - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2020	UN	1	1.416,88	1.783,56	1.783,56	3,61 %
8.2	94658	SINAPI	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM X 1", INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	UN	2	6,36	8,00	16,00	0,03 %

8.3	89552	SINAPI	UNIÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	UN	2	20,73	26,09	52,18	0,11 %
8.4	94490	SINAPI	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, COM VOLANTE, DN 32 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	2	59,03	74,30	148,60	0,30 %
8.5	99629	SINAPI	VÁLVULA DE RETENÇÃO VERTICAL, DE BRONZE, ROSCÁVEL, 1" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	1	106,04	133,48	133,48	0,27 %
8.6	COMPOSIÇÃO	Próprio	QUADRO ELÉTRICO PARA 2 BOMBAS CENTRÍFUGAS TRIFÁSICAS 1,5 CV - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.	UNID	1	3.175,28	3.997,04	3.997,04	8,08 %
9			CALHA		1		3.614,35	3.614,35	7,31 %
9.1	94228	SINAPI	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	M	25	96,45	121,41	3.035,25	6,14 %
9.2	100862	SINAPI	SUPORTE MÃO FRANCESA EM ACO, ABAS IGUAIS 40 CM, CAPACIDADE MINIMA 70 KG, BRANCO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	10	46,01	57,91	579,10	1,17 %
10			INSTALAÇÃO ELÉTRICA		1		2.117,00	2.117,00	4,28 %
10.1	93670	SINAPI	DISJUNTOR TRIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 25A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	1	72,86	91,71	91,71	0,19 %
10.2	944	SINAPI	FIO DE COBRE, SOLIDO, CLASSE 1, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 450/750V, SECAO NOMINAL 4 MM2	M	30	4,14	5,21	156,30	0,32 %
10.3	939	SINAPI	FIO DE COBRE, SOLIDO, CLASSE 1, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 450/750V, SECAO NOMINAL 2,5 MM2	M	30	2,62	3,29	98,70	0,20 %
10.4	20111	SINAPI	FITA ISOLANTE ADESIVA ANTICHAMA, USO ATE 750 V, EM ROLO DE 19 MM X 20 M	UN	1	27,99	35,23	35,23	0,07 %
10.5	7588	SINAPI	AUTOMATICO DE BOIA SUPERIOR / INFERIOR, *15* A / 250 V	UN	1	47,85	60,23	60,23	0,12 %
10.6	101901	SINAPI	CONTATOR TRIPOLAR I NOMINAL 12A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	1	113,47	142,83	142,83	0,29 %
10.7	91870	SINAPI	ELETRODUTO RÍGIDO ROSCÁVEL, PVC, DN 20 MM (1/2"), PARA CIRCUITOS TERMINAIS, INSTALADO EM PAREDE - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_03/2023	M	15	15,89	20,00	300,00	0,61 %
10.8	39137	SINAPI	ABRACADEIRA EM ACO PARA AMARRACAO DE ELETRODUTOS, TIPO U SIMPLES, COM 1/2"	UN	4	0,90	1,13	4,52	0,01 %

10.9	39144	SINAPI	ABRACADEIRA EM ACO PARA AMARRACAO DE ELETRODUTOS, TIPO U SIMPLES, COM 3"	UN	60	4,14	5,21	312,60	0,63 %
10.10	39141	SINAPI	ABRACADEIRA EM ACO PARA AMARRACAO DE ELETRODUTOS, TIPO U SIMPLES, COM 1 1/2"	UN	4	1,72	2,16	8,64	0,02 %
10.11	10527	SINAPI	LOCACAO DE ANDAIME METALICO TUBULAR DE ENCAIXE, TIPO DE TORRE, CADA PAINEL COM LARGURA DE 1 ATÉ 1,5 M E ALTURA DE *1,00* M, INCLUINDO DIAGONAL, BARRAS DE LIGACAO, SAPATAS OU RODIZIOS E DE MAIS ITENS NECESSARIOS A MONTAGEM (NAO INCLUI INSTALACAO)	M/MES	24	30,00	37,76	906,24	1,83 %
11			GERENCIAMENTO DE OBRAS / FISCALIZAÇÃO /ADMINISTRAÇÃO LOCAL		1			3.285,59	6,64 %
11.01			GERENCIAMENTO DE OBRAS / FISCALIZAÇÃO /ADMINISTRAÇÃO LOCAL	UNID	1,00		49.452,67	3.285,59	

TOTAL COM BDI
R\$ 52.738,26

APÊNDICE C – Composição do BDI

COMPOSIÇÃO DO BDI	
(BENEFÍCIO/BONIFICAÇÃO E DESPESAS DIRETAS)	
DESCRIÇÃO	BDI ADOTADO %
ADMINISTRAÇÃO CENTRAL (AC)	4,00
SEGURO E GARANTIA (S)+(G)	0,80
RISCO (R)	0,97
DESPESAS FINANCEIRAS (DF)	1,23
LUCRO (L)	7,40
Tributos <i>(soma dos itens abaixo)</i>	8,65
COFINS	3,00
PIS	0,65
ISS	5,00
TOTAL	25,88

Fonte da composição, valores de referência e fórmula do BDI: Acórdão 2622/2013 - TCU - Plenário

Os valores de BDI acima foram calculados com emprego da fórmula abaixo:

$$BDI = \frac{(1 + AC + S + R + G)(1 + DF)(1 + L)}{(1 - I)} - 1$$

Onde:

AC = taxa de rateio da

Administração Central;

DF = taxa das despesas financeiras;

S = taxa de seguro; R = taxa de risco e G = garantia do empreendimento;

I = taxa de tributos;

L = taxa de lucro.

O BDI de 25,88%, de acordo com a composição acima, foi aplicado nos preços unitários de cada item da planilha orçamentária, exceto no item Administração Local.

ANEXO A – Legislação

LEGISLAÇÃO RELACIONADA À CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E REÚSO DE ÁGUAS

1. LEGISLAÇÃO FEDERAL

1.1 Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001/1990.

Link de acesso: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm

1.2 Decreto nº 10.588, de 24 de dezembro de 2020

Dispõe sobre o apoio técnico e financeiro de que trata o art. 13 da Lei nº 14.026/2020 e sobre a alocação de recursos públicos federais e financiamentos previstos no art. 50 da Lei nº 11.445/2007.

Link de acesso: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2020/decreto-10588-24-dezembro-2020-790949-publicacaooriginal-162031-pe.html>

1.3 Lei nº 14.546, de 4 de abril de 2023

Altera a Lei nº 11.445/2007 para estabelecer medidas de prevenção ao desperdício, aproveitamento de águas de chuva e reúso não potável das águas cinzas.

Link de acesso: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/114546.htm

2. LEGISLAÇÃO ESTADUAL

2.1 Alagoas – Lei nº 7.590, de 25 de março de 2014

Institui o Programa de Conservação e Uso da Água em edificações públicas e privadas.

Link de acesso:

https://sapl.al.al.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2014/226/226_texto_integral.pdf

2.2 Amazonas – Lei Ordinária nº 4.570, de 14 de março de 2018

Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de cisterna para captação de água da chuva para imóveis com área construída igual ou superior a 300 m². (Revogada em 02/08/2023).

Link de acesso: https://sapl.al.am.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2018/10045/10045_texto_integral.pdf

2.3 Bahia – Lei nº 13.581, de 14 de setembro de 2016

Dispõe sobre a instalação de sistema de reaproveitamento de água da chuva em unidades

habitacionais construídas pelo Governo do Estado.
Link de acesso: <https://leisestaduais.com.br/ba/lei-ordinaria-n-13581-2016-bahia>

2.4 Ceará – Lei nº 16.033, de 20 de junho de 2016

Institui a Política de Reuso de Água Não Potável no Estado do Ceará.
Link de acesso: <https://www.srh.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/90/2019/11/LEI-16.033-2016.pdf>

2.5 Distrito Federal

Lei Distrital nº 4.181, de 21 de julho de 2008. Cria o Programa de Captação de Água de Chuva.
 Link: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/58170/Lei_4181_21_07_2008.pdf

Lei Distrital nº 4.671, de 10 de novembro de 2011. Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de reservatórios de captação de águas pluviais em unidades habitacionais e comerciais.
 Link: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/69904/Lei_4671.html

2.6 Mato Grosso – Lei nº 10.799, de 9 de janeiro de 2019

Dispõe sobre a instalação de sistemas de conservação e uso racional da água em edifícios públicos do Estado.
Link: <https://leisestaduais.com.br/mt/lei-ordinaria-n-10799-2019-mato-grosso>

2.7 Paraíba – Lei nº 10.565, de 18 de novembro de 2015

Dispõe sobre a instalação de sistemas de captação e armazenamento de água da chuva para fins industriais.
Link: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=306796>

2.8 Pernambuco – Lei nº 15.630, de 29 de outubro de 2015

Torna obrigatória a instalação de sistema de captação de água da chuva para reutilização em estabelecimentos que realizam lavagem de veículos.
Link: <https://leisestaduais.com.br/pe/lei-ordinaria-n-15630-2015-pernambuco>

2.9 São Paulo – Lei nº 17.394, de 15 de setembro de 2021

Dispõe sobre a inclusão de sistemas de coleta de água da chuva em projetos arquitetônicos dos órgãos do Estado.
Link: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2021/lei-17394-15.09.2021.html>

2.10 Tocantins – Lei nº 3.261, de 2 de agosto de 2017

Institui a Política Estadual de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais.
Link: https://www.al.to.leg.br/arquivos/lei_3261-2017_42094.PDF

2.11 Rio de Janeiro

Lei nº 4.248/2003 – Institui o Programa de Captação de Águas Pluviais.
Link: <https://leisestaduais.com.br/rj/lei-ordinaria-n-4248-2003-rio-de-janeiro>

Lei nº 4.393/2004 – Dispõe sobre a obrigatoriedade de dispositivos de captação de águas da chuva em imóveis.
Link: <https://leisestaduais.com.br/rj/lei-ordinaria-n-4393-2004-rio-de-janeiro>

Lei nº 6.034/2011 – Obriga a instalação de equipamentos de tratamento e reutilização de água usada na lavagem de veículos.
Link: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=159461>

Lei nº 7.307/2016 – Dispõe sobre a utilização de energia solar e captação de água da chuva em arenas e estádios.
Link: <https://leisestaduais.com.br/rj/lei-ordinaria-n-7307-2016-rio-de-janeiro>

Lei nº 7.987/2018 – Estabelece o uso eficiente da água em estaleiros e edificações especificadas.
Link: <https://leisestaduais.com.br/rj/lei-ordinaria-n-7987-2018-rio-de-janeiro>

Lei nº 8.429/2019 – Torna obrigatória a instalação de dispositivos de captação de águas da chuva em postos de combustíveis.
Link: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/727352194/lei-8429-19-rio-de-janeiro-rj>

Lei nº 9.164/2020 – Regulamenta procedimentos para armazenamento e retardo de água de chuva e uso de água cinza clara.
Link: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1364575525/lei-9164-20-rio-de-janeiro-rj>

Decreto nº 47.403/2020 – Dispõe sobre a Política de Reuso de Água Não Potável.
Link: <https://leisestaduais.com.br/rj/decreto-n-47403-2020-rio-de-janeiro>

3. LEGISLAÇÃO MUNICIPAL

3.1 Rio de Janeiro – Decreto nº 23.940, de 30 de janeiro de 2004

Torna obrigatório o uso de reservatórios para retardar o escoamento de águas pluviais à rede pública.
Link: <https://leismunicipais.com.br/a/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/2004/23940>

3.2 Seropédica – Lei nº 526, de 3 de julho de 2014

Institui o Programa de Incentivos Ambientais "IPTU Verde".
Link: https://www.camaraseropedica.rj.gov.br/arquivos/519/LEI_0526.2014.PDF

3.3 Nova Iguaçu – Lei nº 4.092, de 28 de junho de 2011

Institui o Plano Diretor Participativo e o Sistema de Gestão Integrada da cidade.

Link:<https://cmni.rj.gov.br/site/plano-diretor/plano-diretor-republicacao-em-06-06-12-2-31.pdf>

3.4 Campos dos Goytacazes – Decreto nº 63/2015

Regulamenta a Lei nº 8.096/2009, instituindo medidas de conservação, uso racional e captação de água da chuva em edificações.

Link:<https://leismunicipais.com.br/a/rj/c/campos-dos-goytacazes/decreto/2015/63>