



Ministério da Educação
Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica

DIRETORIA DE ENSINO DO *CAMPUS* SALVADOR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES

EMILY DE ANDRADE PIMENTEL

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO IFBA, CAMPUS
SALVADOR, UM ESTUDO NO BLOCO B**

**SALVADOR
2023**

EMILY DE ANDRADE PIMENTEL

**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO IFBA, CAMPUS
SALVADOR, UM ESTUDO NO BLOCO B**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao IFBA-*Campus* Salvador, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Técnico em Edificações.

Orientadora: Profa. Me. Marion Cunha Dias Ferreira

SALVADOR

2023

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
DIRETORIA DE ENSINO DO *CAMPUS* SALVADOR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO TÉCNICO EM EDIFICAÇÕES

EMILY DE ANDRADE PIMENTEL

APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO IFBA, CAMPUS
SALVADOR, UM ESTUDO NO BLOCO B

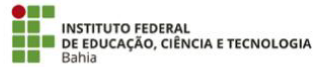
Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito obrigatório para obtenção do grau de Técnico em Edificações pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

Marion Cunha Dias Ferreira - Orientadora _____
Mestre em Engenharia Ambiental Urbana pela UFBA.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - *Campus* Salvador.

Aristides Fraga Lima Filho - Avaliador 1 _____
Doutor em Ciências Agrárias, pela UFRB.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - *Campus* Salvador.

Walter Alves Gomes Júnior - Avaliador 2 _____
Doutor em Química Orgânica pela UFBA.
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – *Campus* Salvador

Salvador, 05 de dezembro de 2023.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
Rua Emídio dos Santos - Bairro Barbalho - CEP 40301-015 - Salvador - BA - www.portal.ifba.edu.br

ATA DE JULGAMENTO

ATA DE DEFESA FINAL TRABALHO DE CONCLUSÃO DO CURSO

Às dez horas e cinco minutos do dia 05 do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e três na Sala G 004 - Laboratório de Qualidade da Água do Departamento Acadêmico de Construção Civil do Campus Salvador/IFBA, a discente **EMILY DE ANDRADE PIMENTE**, regularmente matriculada no Curso Técnico em Edificações, desta Instituição, compareceu para defesa pública do Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, requisito obrigatório para a obtenção do título de **Técnica em Edificações**, com Trabalho intitulado "**APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO IFBA, CAMPUS SALVADOR, UM ESTUDO NO BLOCO B**". Constituíram a Banca Examinadora a professora orientadora Marion Cunha Dias Ferreira e os professores avaliadores Aristides Fraga Lima Filho e Walter Alves Gomes Júnior. Após a apresentação da discente e as observações da banca de avaliadores, foi atribuída a nota final (7,5) sete e meio ao trabalho. Eu, Marion Cunha Dias Ferreira, lavrei a presente ata que segue assinada por mim e pelos demais membros da Banca Examinadora.

Salvador, 05 de dezembro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **MARION CUNHA DIAS FERREIRA, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Câmpus Salvador**, em 13/12/2023, às 08:33, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **WALTER ALVES GOMES JUNIOR, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Câmpus Salvador**, em 13/12/2023, às 13:09, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **ARISTIDES FRAGA LIMA FILHO, Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Câmpus Salvador**, em 13/12/2023, às 18:11, conforme decreto nº 8.539/2015.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site http://sei.ifba.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&acao_origem=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **3300921** e o código CRC **FB7C1B1C**.

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela sua imensa bondade, amor e bênçãos depositadas sobre a minha vida.

A minha família por todo apoio, cuidado e amor dedicado.

A minha professora orientadora, Marion Cunha Dias Ferreira, pelas orientações, paciência, dedicação e conhecimentos fornecidos na elaboração desta pesquisa.

Ao meu namorado, Luan Santos Mirales Pinto que me apoiou durante o processo deste trabalho. Seu carinho e incentivo foram importantes para que eu pudesse finalizar o projeto.

Aos meus amigos que tive a honra de conhecer e dividir a caminhada durante todo o período na instituição.

Aos membros da banca examinadora.

Ao colaborador do setor de manutenção do Campus Salvador, Sr Anatanael Mota de Sousa, por todo o auxílio na elaboração do projeto.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA.

A todos aqueles que de alguma forma colaboraram para o meu aprendizado.

PIMENTEL, Emily de Andrade. **Aproveitamento de águas pluviais no IFBA, Campus Salvador, um estudo no Bloco B.** Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Edificações) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – *Campus Salvador*, Salvador, 2023.

RESUMO

De acordo com a ONU, o equivalente a um terço da população urbana global já enfrenta problemas de escassez de água, e esse problema tende a duplicar com base nas estatísticas. O crescimento populacional associado à poluição, resulta numa disputa maior no uso dos recursos hídricos, sendo assim, o consumo racional e o uso de técnicas de preservação das águas tornam-se imprescindíveis para garantir que as próximas gerações tenham acesso a água em quantidade e qualidade suficientes. Dessa forma, a captação de águas pluviais vem como uma alternativa que contribui significativamente para o consumo de uma água de qualidade, especialmente para as edificações, cumprindo com uma suplementação que não exige potabilidade. As superfícies dos telhados são as áreas mais comuns utilizadas como captação por comporem sistemas simples e quase sempre produzem água de melhor qualidade. Tendo em vista que o IFBA, campus Salvador é uma instituição de ensino com demanda diária de água significativa, a preocupação em reduzir seu consumo é eminente, com isso é realizado neste trabalho um estudo do potencial volume de água que pode ser captado no telhado do Bloco B, do IFBA, Campus de Salvador para que a partir daí futuros projetos de captação, reservação e distribuição da água de chuva possam ser desenvolvidos. Os resultados informam uma intensidade pluviométrica de 91,18mm/h para um período de retorno de 100 anos, totalizando uma vazão de projeto de 128,21 litros/minuto. Através deste estudo, foi evidenciado a viabilidade da sustentabilidade hídrica para o Bloco B do Campus Salvador, mostrando que o sistema é benéfico, pois apresenta impactos ambientais e financeiros positivos.

Palavras chaves: Captação de água pluvial, Conservação dos recursos hídricos, IFBA.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Exemplo de captação de água de chuva em telhado inclinado_____	14
Figura 02: Exemplo de captação de água de chuva com telhado verde_____	15
Figura 03: Exemplo de captação de água da chuva com armazenamento em cisterna e reservatório superior_____	16
Figura 04: Área de captação, cobertura localizada na escada, parte superior da biblioteca do campus_____	21
Figura 05: Reservatório de PVC capacidade de 5.000 litros para o armazenamento da Água captada_____	21
Figura 06: Filtro de disco dimensão de 2 polegadas / 55 mm_____	22
Figura 07: Coletor de efeito Coriolis utilizado no projeto_____	23
Figura 08: Vista interna do Coletor_____	23
Figura 09: Localização do IFBA, Campus de Salvador_____	25
Figura 10: Disposição dos blocos do campus do Campus_____	25
Figura 11: Foto do Bloco B_____	26
Figura 12: Gasto anual de valores pagos (R\$) com água e esgoto no Campus Salvador no período de Janeiro/2018 a Dezembro/2022_____	28
Figura 13: Planta do do Bloco B Térreo indicação localização dos aparelhos sanitários existentes_____	31
Figura 14: Planta do Bloco B 1ºAndar indicação localização dos aparelhos sanitários existentes_____	31
Figura 15: Planta do Bloco B 2ºAndar indicação localização dos aparelhos sanitários existentes_____	32
Figura 16: Planta do Bloco B Subsolo indicação localização dos aparelhos sanitários existentes_____	32
Figura 17: Intensidade de precipitação Salvador modelo de curva IDF_____	34

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 01: Principais componentes do sistema de captação de águas pluviais	17
Quadro 02 : Resumo de Normas Técnicas relacionadas à captação de águas pluviais	18
Tabela 01: Gasto mensal e anual de valores pagos (R\$) com água e esgoto no Campus Salvador no período de Janeiro/2018 a Dezembro/2022	27
Tabela 02: Leitura do Hidrômetro Bloco B no mês de Novembro 2023	29
Tabela 03: Quantitativo dos aparelhos sanitários existentes no Bloco B	30
Tabela 04: Dados Pluviométricos de Salvador precipitação (mm) em 5 anos	34
Tabela 05: Valores de consumo e captação de água	36
Tabela 06: Previsão do número de acionamentos das descargas e mictórios existentes no Bloco B com uso da água de chuva captada	36
Tabela 07: Economia financeira no uso da água de chuva captada no telhado do Bloco B	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
EMBASA	Empresa Baiana de Água e Saneamento
IFBA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
INEMA	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
NBR	Norma Brasileira Registrada
ONU	Organização das Nações Unidas
SEIA	Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	14
2.1 Legislações Pertinentes	17
2.2 Experiências	19
3. OBJETO DE ESTUDO	24
3.1 Demanda dos Gastos de Água e Esgoto no Campus Salvador	26
3.2 Consumo de Água no Bloco B	28
3.2.1 Aparelhos Sanitários Existentes no Bloco B	30
3.3 Estudo do Potencial de Captação de Água de Chuva no Telhado do Bloco B	33
3.3 Dados Pluviométricos	34
3.4 Avaliação da Demanda de Água no Bloco B e o Volume Captado de Água de Chuva	35
3.5 Análise financeira do consumo de água potável no Bloco B	37
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICE A — Modelo de Sanitário Presente no Bloco B	42
APÊNDICE B — Modelo de mictório presente no Bloco B	43
APÊNDICE C — Memória de Cálculo	44
APÊNDICE D — Planta de Cobertura Bloco B	45
APÊNDICE E — Área de contribuição Bloco B	46

1. INTRODUÇÃO

A água é uma substância natural de grande relevância para a sobrevivência de diversas vidas no planeta, assim como, muito útil para execução de diversas atividades manuseadas pelo ser humano, seja ela para o seu dia a dia, na, saúde e higiene, como para a agricultura, geração de energia e processos industriais. Além desses aspectos, a água também possui um valor ambiental significativo.

De acordo com o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos de 2023, documento este apresentado pela ONU, relata que em 40 anos o consumo de água aumentou 1% a cada ano, onde conseqüentemente 933 milhões de pessoas, o equivalente a um terço da população urbana global, atualmente já enfrentam problemas de escassez de água, e esse problema tende a duplicar com base nas estatísticas.

Entre alguns dos fatores existentes que contribuem para a crise atual da água, o crescimento populacional no mundo resulta numa maior demanda de água para consumo, com isso, o uso desmesurado dos recursos hídricos influenciam para a falta de água. Sendo assim, a forma de uso e cuidado desse bem, é de suma importância para causas futuras, por isso, é de muita valia adotar métodos de preservação.

A partir dessa perspectiva econômica, social e ambiental, nasce a preocupação de se investir em novas formas sustentáveis capazes de suprir as necessidades básicas de uma população. Uma das formas de garantir a autonomia das pessoas quanto aos gastos básicos com água, energia elétrica, saneamento, entre outros, é investindo em novas tecnologias sustentáveis que já são utilizadas em todo o mundo, mas que no Brasil ainda são pouco valorizadas. A arquitetura sustentável possui inúmeras técnicas capazes de melhorar a qualidade de vida das pessoas e ao mesmo tempo garantir a redução de gastos, como por exemplo, os sistemas de captação de águas pluviais. Sistemas como esses, prometem reduzir os gastos com água e garantir o não desperdício de uma água que geralmente é “jogada fora”. Dessa forma, a proposta de implementação de sistemas como esses

torna-se uma ótima alternativa para edificações diversas, pois cumpre com a real necessidade de economizar.

Existem inúmeras técnicas e sistemas para captação de água da chuva, mas a principal característica que se deve analisar antes de instalá-los é a sua eficiência e o custo-benefício. A partir dessa análise é possível escolher o sistema que melhor se adequa ao tipo de empreendimento escolhido, levando em consideração alguns fatores como o uso de regulamentação técnica adequada, para minimizar os riscos à saúde humana e ao meio ambiente e uma avaliação do custo-benefício do sistema.

Dentre as possibilidades de coleta da água da chuva, as técnicas mais comuns e utilizadas são através da superfície dos telhados ou das superfícies no solo. O sistema de coleta da chuva através dos telhados é mais simples e quase sempre produz uma água de melhor qualidade (Gonçalves, 2006). A NBR 15527:2007, fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Esta Norma se aplica a usos não potáveis em que as águas de chuva podem ser utilizadas como, por exemplo, descargas em bacias sanitárias, mictórios, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais.

Diante desse cenário, o estudo e elaboração de um projeto de aproveitamento de água da chuva dentro de uma instituição de ensino é exercível, levando em consideração os telhados extensos com um grande potencial para a implantação de um sistema de captação pluvial.

Tendo em vista que o IFBA, Campus de Salvador, é uma instituição de ensino com demanda diária de água significativa, a preocupação em reduzir o consumo utilizado pela concessionária, bem como preservar e conservar o recurso natural água através do aproveitamento de águas provenientes das chuvas, é eminente. Assim, propõe-se aqui, um estudo do potencial volume de água que pode ser captado no telhado do Bloco B, do campus Salvador, com vistas a viabilizar a sustentabilidade hídrica para o bloco, demonstrando que o sistema pode apresentar impactos ambientais e financeiros positivos.

A escolha pelo Bloco B se deu em razão do mesmo possuir alguns elementos hidráulicos prediais que já captam a água de chuva, ora descartada, em bom estado de conservação, de forma que possam ser aproveitados em futuros projetos de captação da água pluvial, minimizando o custo de implantação. Além disso, é o bloco mais próximo do maior jardim da praça, o que possibilita que os futuros projetos também direcionem a água captada para a rega das plantas, bem como para a lavagem de pisos.

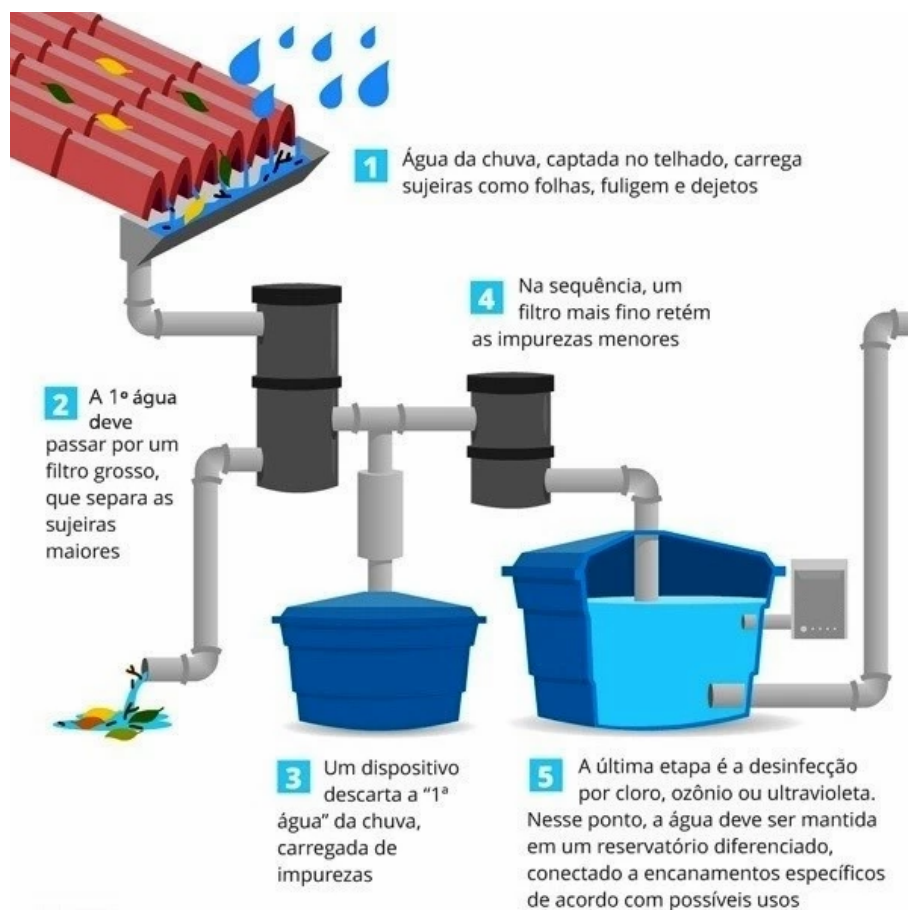
Para atender ao proposto neste trabalho, foi necessário realizar uma revisão bibliográfica sobre o tema, estimar o consumo de água potável do Bloco B, dimensionar a capacidade de captação de água de chuva do telhado do Bloco B a partir do método racional e Curva IDF, discutindo a sustentabilidade do bloco diante dos dados encontrados, e uma breve estimativa de economia financeira quando a demanda de água pela concessionária for substituída pela água pluvial, para que a partir daí, futuros projetos de captação, reservação e distribuição da água de chuva possam ser desenvolvidos.

2. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Um sistema de captação de água pluvial é projetado para coletar e armazenar a água da chuva que cai em uma determinada área, como um telhado ou uma superfície pavimentada. Existem dois principais componentes em um sistema de captação de água pluvial: a área de captação e o sistema de armazenamento.

A área de captação é a superfície onde a água da chuva é coletada. Normalmente, o telhado (Figura 01) é a área de captação mais comum, pois é uma superfície ampla e inclinada.

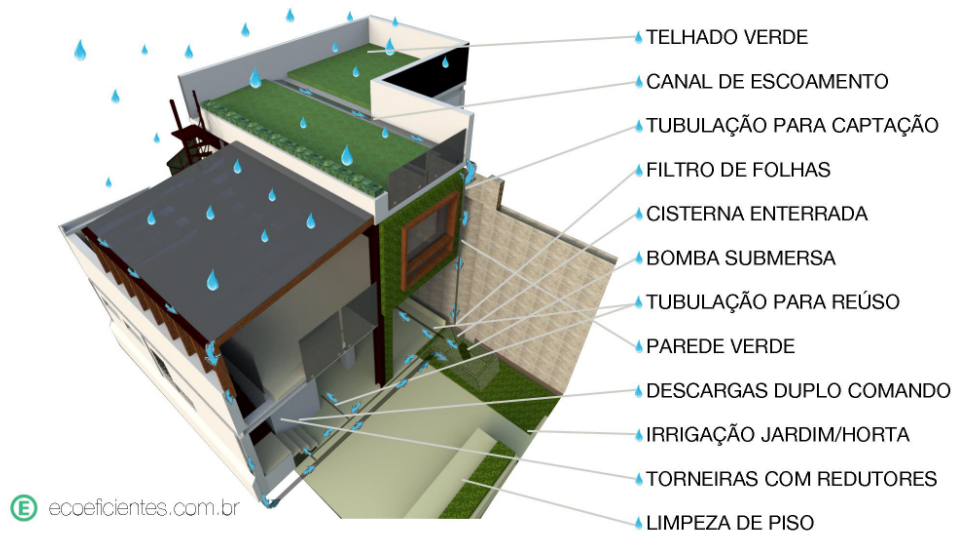
Figura 01: Exemplo de captação de água de chuva em telhado inclinado



Fonte: EJE Civ, 2021 apud Hirle, 2021.

No entanto, outras superfícies, como pátios ou lajes, também podem ser utilizadas, bem como técnicas sustentáveis a exemplo disso: o telhado verde apresentado na Figura 02.

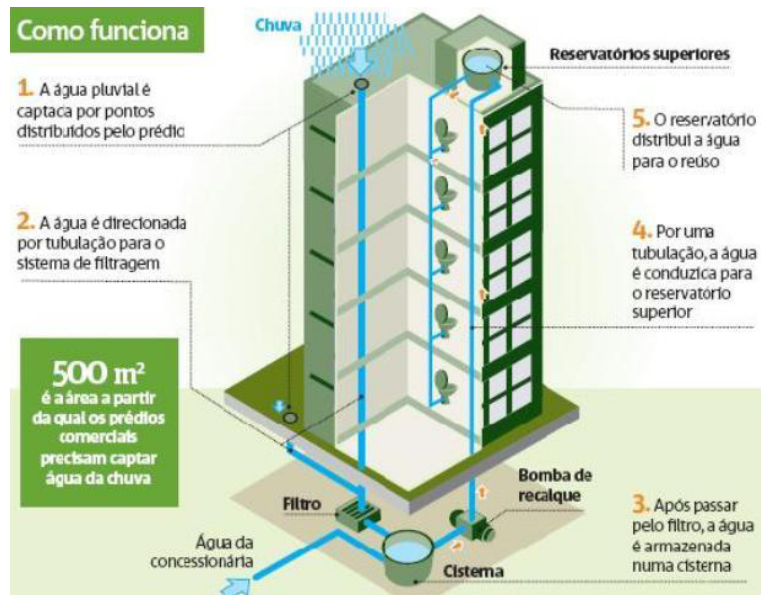
Figura 02: Exemplo de captação de água de chuva com telhado verde



Fonte: Ecoeficientes - Escritório de arquitetura especializado em Sustentabilidade, 2022.

O sistema de armazenamento é responsável por coletar, filtrar e armazenar a água da chuva antes de ser utilizada, a água pode ser conservada em cisternas, que são indicadas apenas para água pluvial e devem obrigatoriamente serem instaladas sobre ou sob a superfície da terra, em caixas d'água sendo elas posicionadas no térreo, ou em pavimentos superiores como na Figura 03.

Figura 03: Exemplo de captação de água da chuva com armazenamento em cisterna e reservatório superior.



Fonte: Rural Pecuária, 2020.

Como em todo projeto estrutural, os materiais constituem uma parte fundamental na composição e execução do sistema de captação de água da chuva. Este projeto designa uma variedade de materiais específicos para o correto funcionamento. A seleção desses materiais é uma etapa importante para a resistência e durabilidade, além dos impactos ambientais para que o funcionamento ocorra de forma eficiente e segura. O projeto é estruturado por alguns componentes, como: Calhas, normalmente fabricados com material de alumínio, aço galvanizado e PVC; Tubulação, são fabricadas com PVC, ou outros materiais plásticos resistentes a corrosão; Filtros, feitos de polipropileno e outros materiais de plástico; Tanque de armazenamento, feitos de materiais de concreto, polipropileno, aço inoxidável e fibra de vidro; Bombas, produzidas de com aço inoxidável, bronze ou materiais plásticos. Cada um desempenhando determinada função, como descrito no Quadro 01.

Quadro 01: Principais componentes do sistema de captação de águas pluviais

COMPONENTES	UTILIZAÇÃO
Calhas	Esse componente é usado para coletar a água da chuva que escorre do telhado e direcioná-la para os tubos de descidas.
Tubulação	A água escorre por essas tubulações até o sistema de armazenamento, uma vez que a água é armazenada e tratada, ela pode ser distribuída para os pontos de consumo por meio de uma rede deste componente, semelhante a um sistema de encanamento convencional
Filtro de folhas	É um dispositivo instalado na calha para evitar que folhas e outros resíduos entrem no sistema de armazenamento. Isso evita a obstrução das tubulações ou a contaminação da água.
Filtro de areia ou cascalho	São usados para reter partículas sólidas maiores e sedimentar a água antes de entrar no tanque de armazenamento. Isso ajuda a melhorar a qualidade da água captada.
Tanque de armazenamento	É onde a água da chuva é armazenada. Pode ser um tanque subterrâneo, cisterna ou até mesmo um reservatório acima do solo, dependendo do espaço disponível e das necessidades de armazenamento.
Bombas	Para uso da água captada em atividades como descargas de vasos sanitários ou para consumo humano, pode ser necessário adicionar uma bomba para aumentar a pressão da água.

Fonte: Autoria própria, 2023.

2.1 Legislações Pertinentes

O uso da água de chuva é apresentado em muitas literaturas como reúso de água e, desta forma, o reúso de água requer medidas efetivas de proteção à saúde pública e ao meio ambiente, e ambas devem ser técnica e economicamente viáveis (Gonçalves, 2006).

No Brasil, existem apenas algumas situações isoladas com legislações que se aplicam à utilização de fontes alternativas de água nas edificações. Algumas

legislações que regulamentam o uso de fontes alternativas de água respectivamente existem em alguns estados como a Lei nº 10.785/2003, Curitiba/PR, Lei nº 13.276/2002, regulamentada pelo Decreto nº 51.184/2002, São Paulo/SP, Lei nº 6.345/2003, Maringá/PR, Projeto de Lei nº 074/14L/2005, Novo Hamburgo/RS e Decreto nº 23.940/2004, Rio de Janeiro - RJ.

Dependendo do país e da região, podem existir diferentes regras que definem critérios para serviços e construções inclusive relacionadas com projetos de recolha de águas pluviais. As normas regulamentadoras não chegam a ser legislação ambiental, mas sim técnicas, e é muito importante o conhecimento delas para garantir o cumprimento dos projetos de captação de água pluvial. Por exemplo, no Brasil, existem algumas normas potencialmente relevantes apresentadas no Quadro 02, no entanto elas tratam mais especificamente do dimensionamento para projetos de captação de água de chuva.

Quadro 02: Resumo de Normas Técnicas relacionadas à captação de águas pluviais

Normas	Resumo
ABNT NBR 15527:2007 - Água de chuva	Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisito. Faz recomendações de instalações de alguns componentes e visa garantir a qualidade mínima da água coletada, orientando sobre boas práticas para sua utilização sustentável e segura, promovendo o aproveitamento adequado da água pluvial nas áreas urbanas, estabelecendo requisitos para o dimensionamento, instalação, manutenção e segurança de sistemas que captam e armazenam água proveniente de coberturas para ser utilizada em finalidades como descarga de vasos sanitários, limpeza de pisos e rega de jardins, entre outros usos que não exigem água potável.
ABNT NBR 10844:1989 - Instalações prediais de águas pluviais	Estabelece orientações para instalações prediais de águas pluviais, recomendando requisitos mínimos para o projeto e a execução de sistemas de coleta e escoamento de água de chuva em edificações partindo da compreensão do tipo de da área em que a água será coletada e a quantidade da coleta, dimensionamento de calhas, cálculo da vazão, condutores, sistemas de drenagem, entre outros elementos necessários para garantir o correto funcionamento, segurança e durabilidade das instalações de águas pluviais.

Normas	Resumo
<p>ABNT NBR 5688:1999 - Sistemas Prediais de Água Pluvial, Esgoto Sanitário e Ventilação</p>	<p>Requisitos para Tubos e Conexões: estabelece as condições exigíveis para tubos e conexões de PVC – série normal, reforçada e requisitos para a fabricação de tubos e conexões de PVC utilizados nos sistemas de esgoto sanitário, ventilação e água pluvial.</p>

Fonte: Aatoria própria, 2023.

No que tange a qualidade da água de chuva, não há regulamentação no Brasil que define critérios e padrões de reuso. Pode-se a partir de estudos de outras águas deduzir e validar seu uso, como um estudo feito na Universidade Federal da Bahia (Escola Politécnica) que avaliou a qualidade da água encontrada no selo hídrico de vasos sanitários de shopping centers de Salvador e da própria universidade (Ornelas, 2004 apud Gonçalves, 2006). Esse estudo mostrou que a qualidade da água dos selos hídricos coletados possui níveis de coliformes totais e termotolerantes equivalentes aos encontrados em efluentes tratados de estações de tratamento de esgoto. Assim os riscos potenciais aos quais os usuários estariam expostos se utilizassem água de reúso em descarga de vasos sanitários seriam, teoricamente, equivalentes aos riscos potenciais a que eles estão expostos na atual situação (com abastecimento de água potável).

2.2 Experiências

A efetivação de sistemas de captação de água da chuva em instituições de ensino é uma prática em expansão, que não só ajuda a preservar os recursos hídricos como também contribui para a conscientização ambiental dos estudantes através da importância da conservação da água. Existem várias experiências de captação de água da chuva em unidades de ensino ao redor do mundo, pois proporcionam benefícios tanto para a instituição, como para a comunidade em geral.

Algumas escolas em áreas rurais, onde o abastecimento de água é escasso, têm implementado cisternas para a captação e armazenamento de água da chuva. Essa água pode ser utilizada para descargas dos sanitários e limpeza de pisos, em algumas outras ocorre o tratamento da água garantindo o acesso à água potável,

tanto para consumo dos estudantes, como para a irrigação de hortas e jardins (Agência Brasília - Escolas do Distrito Federal terão horta com captação de água da chuva, 2020), (Prefeitura de Itaquaquecetuba - Prefeitura instala sistema de captação e armazenamento de água em escola, 2018).

No Instituto Federal da Bahia, Campus de Salvador, existem alguns sistemas de aproveitamento de água da chuva, e um deles, arquitetado pelo professor químico Walter Gomes, se localiza no pavilhão do Bloco I, onde o funcionamento é descrito no artigo ELAUS 2015.

De acordo com informações do artigo, o pavilhão apresenta 800m² de telhado, 14 condicionadores de ar e 02 desumidificadores que, juntos, produzem 1.800.000 L/ano. Esse volume é captado em três reservatórios de 5.000 L, elevados por bomba de 1CV acoplado a um painel e distribuído para irrigação do jardim e hortas, limpeza, sanitários do departamento, produção de água destilada via destilador e produção de gelo para as aulas práticas. Nos meses monitorados foi economizado 259.000 litros, com grande sobra de água, o que impõe a busca de novas demandas para este excedente captado. [...] Todas as fontes são canalizadas por tubulações de PVC para um reservatório de 5000 L, onde ocorre a decantação dos sedimentos e em seguida armazenadas em 03 reservatórios de 5000 L, totalizando 15.000 L. A elevação ocorre por bomba de 1CV integrada a um painel fotovoltaico. Há ainda uma bomba elétrica de reserva acoplada ao sistema de elevação e todo o consumo das duas linhas de distribuição é medido por 02 hidrômetros.” (ELAUS 2015: Sistema Integrado de Captação de Água da Chuva, Destilador/Purificador de Água, Desumidificador e Condicionadores de ar do Pavilhão de Química do Instituto Federal da Bahia (IFBA) - Campus de Salvador).

O sistema sofreu algumas alterações desde a sua implantação, a sua área de captação inicial passou a ter a contribuição da cobertura da escada que dá acesso à parte superior da biblioteca (Figura 04). O sistema expandiu sua área de coleta também para os telhados do pavilhão de química.

Figura 04: Área de captação, cobertura localizada na escada, parte superior da biblioteca do campus



Fonte: Aatoria própria, 2023.

Como o sistema atingiu uma capacidade maior de coleta, então, foi adicionado mais um reservatório de 5.000 litros conforme ilustrado na Figura 05.

Figura 05: Reservatório de PVC capacidade de 5.000 litros para o armazenamento da Água captada com a ampliação do sistema



Fonte: Aatoria própria, 2023.

Antes da água ser elevada, ela passa por dois filtros (Figura 06) para a retirada de sujeiras como folhas, cascos etc, assim evitando entupimento nos sanitários.

Figura 06: Filtro de disco dimensão de 2 polegadas / 55 mm



a) Primeiro filtro

b) Segundo filtro

Fonte: Autoria própria, 2023.

Em épocas de chuvas mais intensas, a água em grande volume e força de escoamento é projetada para fora da tubulação gerando perdas, com isso adotou-se a instalação de um coletor que proporciona o escoamento da água seguindo um caminho curvo devido às forças de Coriolis e centrífugas o qual permite que a água desça aderida às paredes internas da tubulação, sem comprometer capacidade da estrutura de descida da água da chuva nem danificar o tubo (Figuras 07 e 08).

Figura 07: Coletor de efeito Coriolis utilizado no projeto



Fonte: Autoria própria, 2023.

Esse coletor possui uma abertura lateral (Figura 08), capaz de aproveitar certa quantidade de água, impedindo o desperdício da água da chuva que passará pela tubulação.

Figura 08: Vista interna do Coletor



a) vista na diagonal

b) vista na superior

c) indicação da abertura lateral

Fonte: Autoria própria, 2023.

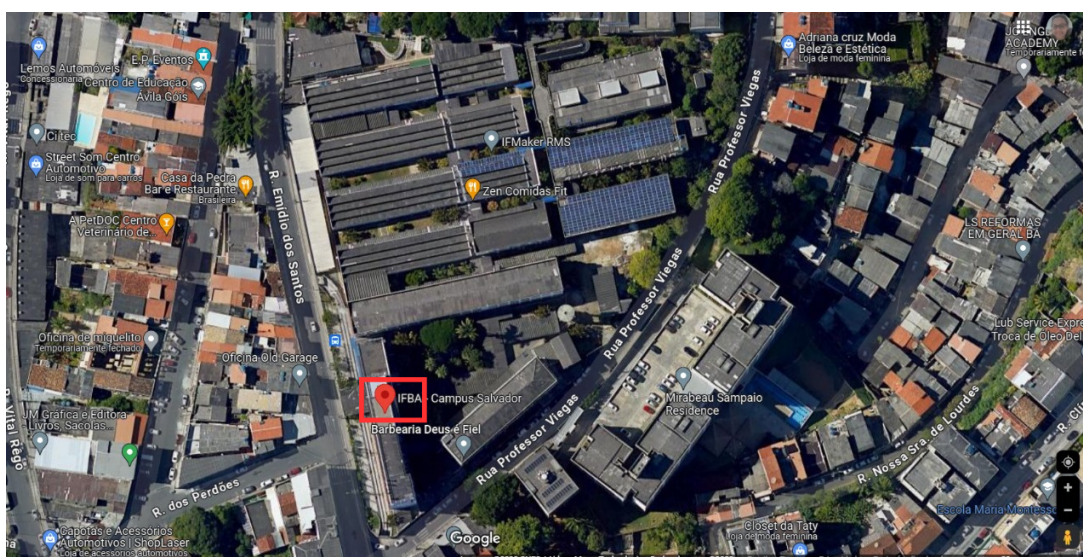
3. OBJETO DE ESTUDO

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus de Salvador iniciou sua história no dia 27 de Setembro de 1909, a instituição já esteve abrigada em diversos arredores de Salvador, entretanto, no dia 2 de Julho de 1923 foi anunciado sua nova localização, no endereço do Barbalho, Rua Emídio dos Santos, na cidade de Salvador, Bahia, e continua nos dias atuais (DGCOM, 2015) conforme ilustra a Figura 09.

O IFBA, Campus de Salvador, no que diz respeito a sua totalidade, atualmente conta com 9.009 discentes, 390 docentes e 165 técnicos administrativos em sua capacidade de mais ou menos 50.000m² (Gestão, Engenharia e Manutenção do IFBA, 2021) comportando o prédio administrativo, oito pavilhões com salas de aula e laboratórios especializados e de informática, a clínica escola, biblioteca, um ginásio poliesportivo, duas quadras e três estacionamentos, além de mais três casas compradas pela instituição em seu entorno. No que cerne a estrutura hidráulica do IFBA, Campus Salvador, o Instituto faz uso das instalações em sua grande parte em material de ferro fundido, conhecido popularmente como barbará, não mais comercializado no mercado, no que diz respeito a reservação (Mesquita e Albérico, 2020), informam que a instituição conta com 16 reservatórios de capacidades variadas entre 1.000 e 90.000L.

O campus conta com três economias (hidrômetros) que o abastecem em sua totalidade e dispõe em sua estrutura em torno de 62 banheiros, 13 bebedouros, 9 lavatórios de mãos que foram instalados durante a pandemia, 19 laboratórios (com instalação hidráulica) + 1 auditório do pavilhão de física com ponto de água fria, 6 pontos de água para copa, além da cozinha do refeitório.

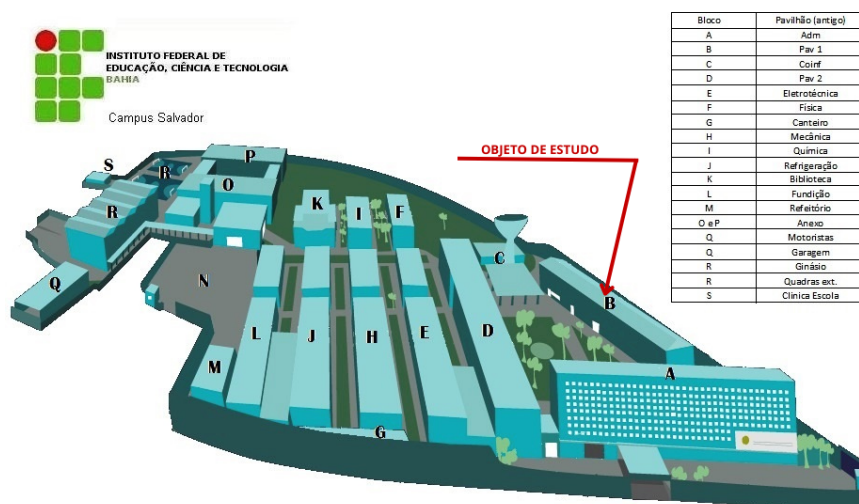
Figura 09: Localização IFBA, Campus de Salvador



Fonte: Google maps, alterada pela autora, 2023.

O prédio selecionado para este estudo foi o Bloco B, conforme apresentado na Figura 10.

Figura 10: Disposição dos blocos do campus Salvador



Fonte: Gestão, Engenharia e Manutenção - IFBA, 2019, alterada pela autora, 2023.

O Bloco B (Figura 11) é frequentado por diversos alunos e funcionários que transitam pelo campus, íntegra por números expressivos de salas, porém as salas onde são ministradas aulas se localizam em 2 pavimentos, ficando 6 salas no primeiro pavimento, e 5 salas no segundo pavimento. O prédio possui sanitários no

térreo, solos, primeiro e segundo pavimento, os quais contêm caixas de descargas do tipo acopladas. As instalações desses equipamentos foram analisadas, observando a disposição dos ramais hidráulicos com vistas à oportunidade de serem alimentadas por águas pluviais através desta proposta de projeto.

Figura 11: Foto do Bloco B



Fonte: Google maps, alterada pela autora, 2023.

3.1 Demanda dos Gastos de Água e Esgoto no Campus Salvador

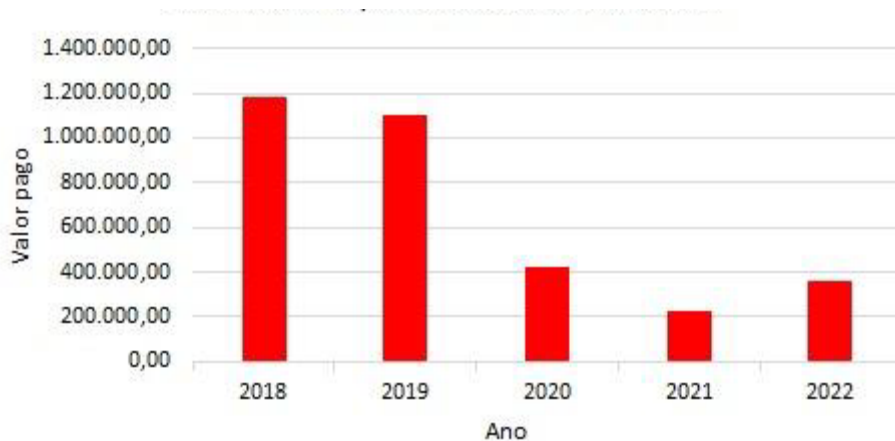
A fim de identificar os gastos com água e esgoto do campus Salvador, foram consultadas as faturas de água emitidas pela concessionária Embasa. O histórico dos valores pagos no período entre os anos 2018 a 2022 são apresentados na Tabela 01 e na Figura 12.

Tabela 01: Gastos em reais mensais e anuais com água e esgoto no campus Salvador no período de Janeiro/2018 a Dezembro/2022

MÊS/ANO	2018	2019	2020	2021	2022
Janeiro	93.886,35	72.196,25	97.068,96	15.481,92	11.181,38
Fevereiro	90.954,12	90.620,99	80.536,43	21.983,95	12.436,09
Março	111.076,04	96.089,40	95.936,92	14.829,49	17.184,59
Abril	108.267,53	99.855,00	28.051,76	41.581,68	31.178,59
Maiο	92.727,66	99.542,41	23.459,83	58.570,24	38.227,35
Junho	86.022,43	87.810,20	9.941,72	6.326,27	44.740,12
Julho	61.251,76	79.913,87	14.721,68	11.756,93	26.272,63
Agosto	100.977,63	87.319,60	11.782,18	8.828,50	33.042,03
Setembro	110.387,18	105.537,34	20.452,59	6.863,59	29.833,79
Outubro	128.736,85	109.915,56	13.580,58	8.600,39	38.135,00
Novembro	102.291,99	102.989,75	13.817,12	11.492,65	47.015,56
Dezembro	97.226,57	69.224,23	11.404,19	13.614,47	31.863,25
Total	1.185.824,11	1.103.033,60	422.773,96	221.951,08	361.110,38

Fonte: IFBA, 2023.

Figura 12: Gasto anual de valores pagos (R\$) com água e esgoto no campus Salvador no entre os anos de 2018 a 2022



Fonte: IFBA, 2023.

Através desses dados foi possível realizar uma eficiente percepção da dimensão da utilização hídrica que está tornando as despesas financeiras onerosas. Foi relatado em uma reunião com os funcionários do setor de manutenção do campus no mês de outubro de 2023, o problema que a instituição tem passado a respeito dos gastos com o consumo de água, ocasionando nos valores elevados das despesas, sendo recomendado neste momento mais atenção e reparo imediato quando ocorrer vazamento e quebra de equipamentos utilizadores de água.

3.2 Consumo de Água no Bloco B

Foi instalado recentemente um hidrômetro na tubulação de alimentação do Bloco B, e a partir daí vem sendo realizada a leitura diária do consumo do edifício, cujos resultados preliminares são apresentados na Tabela 02. Os dados gerados são recentes, mas proporcionaram o conhecimento do perfil de consumo uma vez que neste período o campus encontrava-se com suas atividades acadêmicas em andamento.

Tabela 02: Leitura do hidrômetro Bloco B no mês de Novembro 2023

DIA	DATA	CONSUMO (litro)
Quarta	01/11/23	6.970
Quinta	02/11/23	feriado
Sexta	03/11/23	6.580
Sábado	04/11/23	-
Domingo	05/11/23	-
Segunda	06/11/23	6.080
Terça	07/11/23	5.690
Quarta	08/11/23	5.470
Quinta	09/11/23	5.730
Sexta	10/11/23	5.210
Sábado	11/11/23	-
Domingo	12/11/23	-
Segunda	13/11/23	12.770
Terça	14/11/23	5.430
Quarta	15/11/23	feriado
Quinta	16/11/23	5.510
Sexta	17/11/23	4.730
Sábado	18/11/23	-
Domingo	19/11/23	-
Segunda	20/11/23	9.150
Terça	21/11/23	5.060
Quarta	22/11/23	5.240
Quinta	23/11/23	6.470
Sexta	24/11/23	5.240
Sábado	25/11/23	-
Domingo	26/11/23	-
Segunda	27/11/23	5.580

DIA	DATA	CONSUMO (litro)
Terça	28/11/23	6.690
Quarta	29/11/23	5.180
Quinta	30/11/23	5.520
TOTAL		124.300

Fonte: Setor de manutenção do IFBA, campus Salvador, 2023.

3.2.1 Aparelhos Sanitários Existentes no Bloco B

Como já descrito o Bloco B possui diversos ambientes com equipamentos utilizadores de água, no entanto para o uso de água de chuva em edifícios, a recomendação da Norma Técnica da ABNT NBR 15527:2007 é para fins não potáveis, o que direciona para uso em descargas de vaso sanitário e mictórios. Assim, de posse da planta arquitetônica, foram levantadas as quantidades das caixas de descargas e mictórios dos sanitários localizados em todos os andares do edifício, conforme apresentado na Tabela 03.

Tabela 03: Quantitativo dos aparelhos sanitários existentes no Bloco B

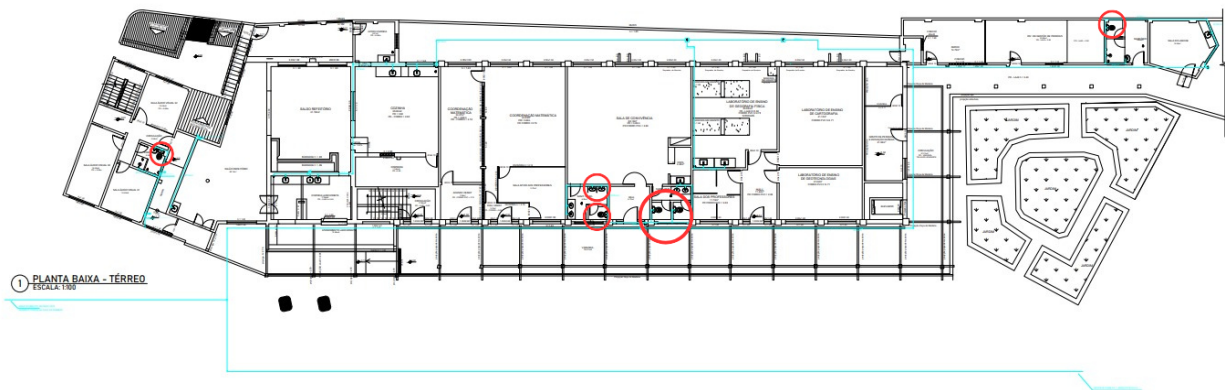
APARELHOS	TÉRREO	1° ANDAR	2° ANDAR	SUBSOLO
Caixas de descargas	5	9	9	3
Mictórios	2	3	3	-

Fonte: Autoria própria, 2023.

Os sanitários presentes no Bloco B (Figura 13, 14, 15 e 16) possuem caixas de descargas acopladas com medidas internas de: 25 cm - o nível da água, 38 cm de comprimento e 13 cm de largura, alcançando uma capacidade média de armazenamento de 12,35 litros, a qual se encontra conforme a atual norma brasileira com consumo entre 9 a 12 litros/descarga.

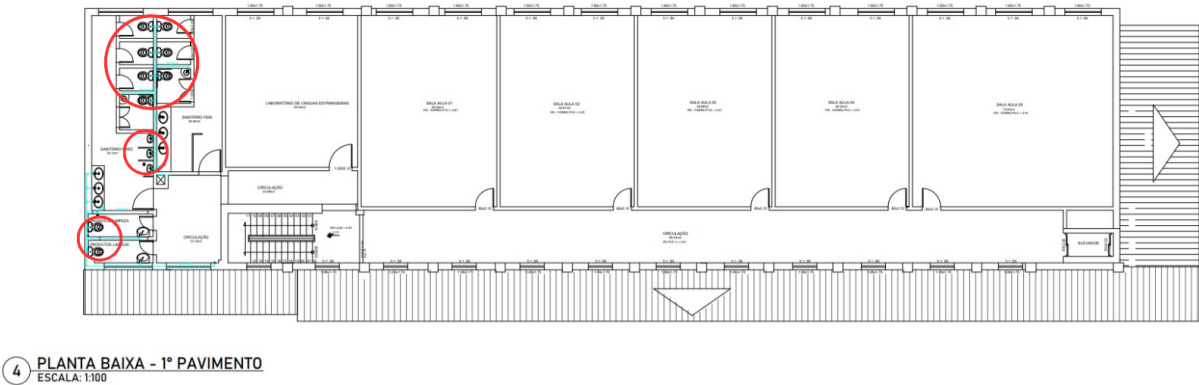
As vazões dos mictórios foram obtidas a partir da vazão teórica de funcionamento sugerida em Creder (2006) sendo 0,15 litros/segundo.

Figura 13: Planta do do Bloco B Térreo indicação localização dos aparelhos sanitários existentes



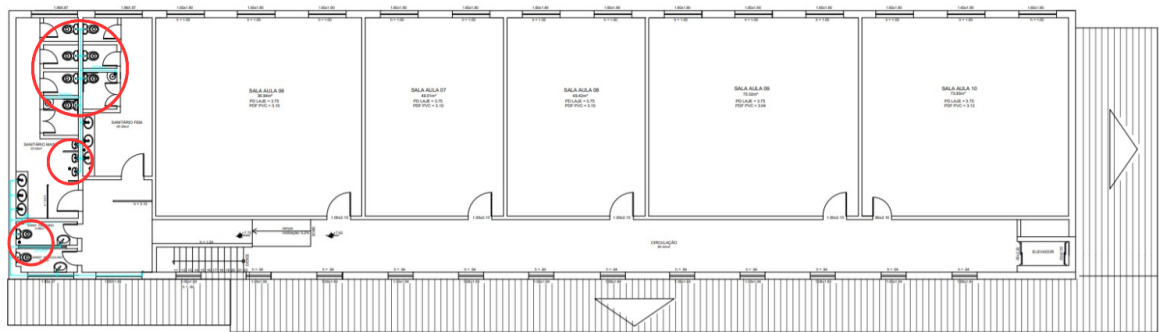
Fonte: Gerência de projetos - IFBA, alterada pela autora, 2023.

Figura 14: Planta do Bloco B 1º Andar indicação localização dos aparelhos sanitários existentes



Fonte: Gerência de projetos - IFBA, alterada pela autora, 2023.

Figura 15: Planta do Bloco B 2º Andar indicação localização dos aparelhos sanitários existentes



5 PLANTA BAIXA - 2º PAVIMENTO
ESCALA: 1:100

Fonte: Gerência de projetos - IFBA, alterada pela autora, 2023.

Figura 16: Planta do Bloco B Subsolo indicação localização dos aparelhos sanitários existentes



2 PLANTA BAIXA - SUBSOLO
ESCALA: 1:100

Fonte: Gerência de projetos - IFBA, alterada pela autora, 2023.

3.3 Estudo do Potencial de Captação de Água de Chuva no Telhado do Bloco B

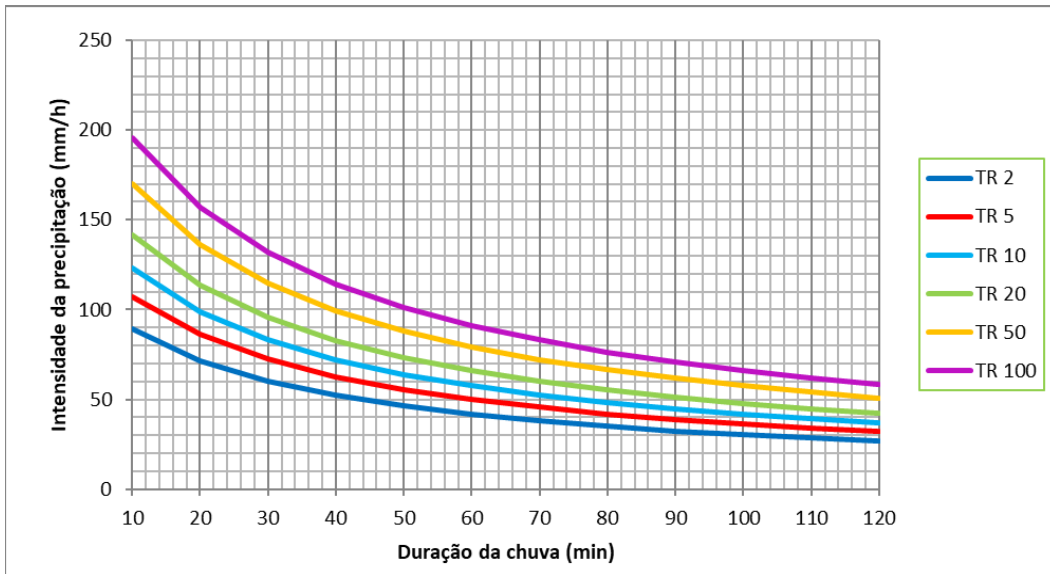
Para o estudo do potencial de captação de água de chuva no telhado do Bloco B foram realizados os seguintes cálculos: dimensionamento da área do telhado, determinação da intensidade máxima da chuva, e determinação da vazão do projeto, o memorial de cálculo está apresentado no Apêndice C.

Para o dimensionamento da área do telhado foi considerada a configuração das águas triangulares e trapezoidais. As águas em formato trapezoidal foram nomeadas como “A1” e “A2”, e para o cálculo da área foi aplicada a equação matemática de área do trapézio, ambas possuem dimensões iguais.

As outras duas áreas do telhados nomeadas de “A3” e “A4”, também possuem modelos semelhantes entre si, porém em formato triangular, sendo aplicada, para o cálculo da área, a equação de área do triângulo. Após os cálculos das áreas, foi realizado o somatório de todas elas, obtendo a área total do telhado.

Para a determinação da intensidade máxima da chuva, foi utilizada a metodologia da Curva IDF construída a partir de dados históricos observados para a cidade de Salvador, supondo que, para o futuro, a mesma tendência será observada (Figura 17). A curva IDF determina a Intensidade, Duração e Frequência Hidrológica e a partir dela se conhece as chuvas máximas locais. Utilizando-se do software PLUVIO 2.1, disponível para uso gratuitamente, foram lançados os dados pluviométricos e gerada a Curva IDF. A curva permitiu fornecer a hipótese da intensidade de chuva no local em determinado período. Foi escolhida a intensidade máxima de chuva com o tempo de retorno de 100 anos, o qual é o recomendado para obras de engenharia e ficam sujeitas a chuvas decorrentes dos eventos extremos. Por fim foi determinada a vazão do projeto “Q” por meio do produto da área do telhado pela intensidade máxima de chuva “I_{max}” resultando numa vazão em litros / minuto.

Figura 17: Intensidade de precipitação Salvador modelo de curva IDF



Fonte: Autoria própria, 2023.

3.3 Dados Pluviométricos

A quantidade de chuva que será aproveitada depende da frequência e proporção ocorrida na região em que o projeto será instalado. Através do site do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, INEMA, foi possível obter os dados históricos pluviométricos da cidade de Salvador. De acordo com o monitoramento do Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos, SEIA, Salvador choveu em 5 anos uma média de 1.988,34 mm, conforme dados apresentados na Tabela 04.

Tabela 04: Dados Pluviométricos de Salvador precipitação (mm) em 5 anos

ANO	2018	2019	2020	2021	2022
JAN	77,50	62,90	101,60	161,70	35,00
FEV	65,40	1,50	40,20	54,90	111,40
MAR	243,90	281,20	270,80	65,90	345,50

ANO	2018	2019	2020	2021	2022
ABR	240,90	228,70	545,50	305,70	420,90
MAI	216,80	240,60	454,20	123,60	204,40
JUN	176,20	184,60	214,00	150,80	95,30
JUL	63,70	292,30	190,70	263,00	188,20
AGO	61,90	121,20	152,50	182,00	122,40
SET	90,10	139,80	102,10	37,80	71,20
OUT	65,60	90,10	64,00	152,10	84,80
NOV	72,70	211,00	152,90	316,00	241,50
DEZ	149,00	43,50	32,50	387,70	77,80
TOTAL	1.523,70	1.897,40	2.321,00	2.201,20	1.998,400

Fonte: INMET, 2023.

3.4 Avaliação da Demanda de Água no Bloco B e o Volume Captado de Água de Chuva

A leitura do hidrômetro instalado na tubulação de alimentação do bloco B não corresponde somente ao consumo de água potável nos aparelhos sanitários e mictórios, mas a todos os demais ambientes e equipamentos utilizadores de água. Durante a medição do mês de novembro observa-se na Tabela 02 um consumo total de 124.300 litros.

De acordo com os cálculos apresentados no Apêndice C, o telhado tem um potencial de captação anual de 476.803,93 litros/ano, ou seja, 39.934,66 litros/mês. Dessa forma, como podemos observar na Tabela 05, o volume de água captado atenderá não atenderá ao consumo de água de todo o Bloco B.

Tabela 05: Valores de consumo e captação de água

Média do Consumo Mensal (l/mês)	Captação de Água no Telhado (l/mês)
124.300	39.934,66

Fonte: Autoria própria, 2023.

Ao analisar o mesmo potencial de captação mensal do telhado de 39.934,69 litros/mês e verificar o suprimento das descargas sanitárias e mictórios no Bloco B, os quais não necessitam de tratamento prévio para uso da água de chuva, por não ter contato direto com o usuário, sabendo o volume consumido a cada acionamento destes equipamentos por uma pessoa, estimou-se que o volume captado de água de chuva proporcionará aproximadamente 3.234 acionamentos de descargas ou 266.231 acionamentos de mictórios ao mês conforme observa na Tabela 06 a seguir.

Tabela 06: Previsão do número de acionamentos das descargas e mictórios existentes no Bloco B com uso da água de chuva captada

Volume de água de chuva captada = 39.934,66 L / mês	
Número de acionamentos de descargas	Número de de acionamentos mictórios
3.234	266.231

Fonte: Autoria própria, 2023.

3.5 Análise financeira do consumo de água potável no Bloco B

De posse do potencial volume de água de chuva a ser captado no telhado do Bloco B pode-se estimar a economia a ser alcançada ao utilizar esse volume em substituição a água fornecida pela Embasa. A Tabela 07 a seguir ilustra o valor alcançado de R\$2.068,37 por mês ou R\$24.820,44.

Tabela 07: Economia financeira no uso da água de chuva captada no telhado do Bloco B

Captação de Água no Telhado (m3/mês)	Valor do m3 cobrado pela embasa (R\$/m3)	Valor total a ser economizado (R\$/mês)
39,93	51,80	2.068.37

Fonte: Autoria própria, 2023.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos revelam a viabilidade hídrica para a captação da água de chuva do telhado do Bloco B, fornecendo um volume de água não potável que suprirá o consumo das descargas sanitárias e mictórios dos sanitários do Bloco B.

Os cálculos também apontam que não haverá uma reserva de água ao longo do ano, atendendo a todas as demandas do Bloco B, face ao consumo mensal mais elevado dos demais ambientes.

A cobertura se apresenta em boas condições de uso, possibilitando a utilização das tubulações e calhas existentes de águas pluviais durante a execução de futuros projetos.

A proposta traz impactos positivos ao meio ambiente com a conservação dos recursos hídricos bem como contribui para a sustentabilidade ambiental e financeira do campus.

Fica como recomendação para futura pesquisa: realizar a análise microbiológica e físico-química da água proveniente da cobertura para saber os parâmetros de pH, condutividade, turbidez, cor, dureza, cloretos, alcalinidade, STD, nitrito, nitrato, amônia e sulfatos; elaborar projetos de captação, reservação e distribuição de água com detalhamento de todo o sistema de captação, reservação e distribuição, com orçamentação. Para esta segunda recomendação, deve-se considerar a existência no campus de equipe de colaboradores já atuando nos serviços de manutenção de engenharia, o que já reduziria os custos de mão de obra, uma vez que já fazem parte das despesas fixas do campus.

Através da proposta deste trabalho, foi evidenciado a viabilidade da sustentabilidade hídrica para o campus Salvador, mostrando que o sistema é benéfico, pois apresenta impactos ambientais positivos.

Como sugestão para trabalhos futuros sugere-se elaborar um sistema de tratamento da água pluvial para que ela se torne potável e desta maneira, possa abastecer toda a edificação com água pluvial tratada.

Outra sugestão é projetar um sistema de reuso de água de descarte, proveniente dos lavatórios para abastecer o reservatório que alimentará vasos sanitários, mictórios e o sistema de combate a incêndio. Bem como trazer na proposta a instalação de uma torneira externa, para a rega de jardim, o qual no

verão necessita ser irrigado duas vezes ao dia durante aproximadamente 2 horas, podendo também ser utilizada para a lavagem de pisos.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. NBR 15527, Rio de Janeiro, 2007.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Instalações de água pluviais. NBR 10.844. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Sistemas Prediais de água pluvial, Esgoto Sanitário e Ventilação. NBR 5688. Rio de Janeiro, 1999.

CREDER. Hélio. Instalações hidráulicas e sanitárias. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

Hirle. Tatiane Burmann. CONSTRUÇÃO +. Captação de água da chuva. 2021. Disponível em: <https://www.projetoconstrucaomais.org/post/capta%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1gua-da-chuva>. Acesso em: 2023.

DGCOM. História do IFBA. 2015. Disponível em: <https://portal.ifba.edu.br/institucional/historico/memorial/historia-do-ifba>. Acesso em 2023.

GÓIS, F. (ED.). Escolas do Distrito Federal terão horta com captação de água da chuva. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasilia.df.gov.br/2020/09/10/escolas-do-distrito-federal-terao-horta-com-captacao-de-agua-da-chuva/>. Acesso em : 2023.

GOMES, W.A.J ; ALMEIDA, J. C.C.; OLIVEIRA. L. M. O. S. ELAUS 2015, Sistema Integrado de Captação de Água da Chuva, Destilador/Purificador de Água, Desumidificador e Condicionadores de Ar do Pavilhão de Química do Instituto Federal da Bahia (IFBA) - Campus de Salvador. 2015.

GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Uso Racional da Água em Edificações / Rio de Janeiro: ABES, 2006. 352 p. : il. Projeto PROSAB.

ITAQUÁ. Prefeitura instala sistema de captação e armazenamento de água em escola | Itaquaquecetuba. 20121. Disponível em: <https://www.itaquaquetuba.sp.gov.br/prefeitura-instala-sistema-de-captacao-e-armazenamento-de-agua-em-escola/>. Acesso em: 2023.

KONCAGÜL, E.; CONNOR, R. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2023: parcerias e cooperação para a água; fatos, dados e exemplos de ação. 2023. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384659_por. Acesso em: 2023.

MESQUITA, L. S.; ALBÉRICO, R. A. V. Água e o cloro: uma proposta de correção do baixo teor de cloro residual na água consumida no IFBA - Campus Salvador. Salvador, 2020.

ORNELAS, Pedro. Reúso de água em edifícios públicos: o caso da escola politécnica. 2004. Dissertação (mestrado profissional em gerenciamento e tecnologias ambientais no processo produtivo) – Departamento de engenharia ambiental, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

APÊNDICE A — Modelo de Sanitário Presente no Bloco B



Fonte: Autoria própria, 2023.

APÊNDICE B — Modelo de mictório presente no Bloco B



Fonte: Autoria própria, 2023.

APÊNDICE C — Memória de Cálculo

1) Cálculo de área:

$$2) A1 = A2 = (B + b) \cdot h / 4$$

$$3) A1 = A2 = (43,42 + 32,22) \cdot 5,60 / 4 = 105,896 \text{ m}^2 = 105,90 \text{ m}^2$$

$$4) A3 = A4 = b \cdot h / 4$$

$$5) A3 = A4 = 10 \cdot 5,60 / 4 = 14 \text{ m}^2$$

$$6) \text{Área total} = A = (105,90 \times 2) + (14 \times 2) = 239,80 \text{ m}^2$$

7) Cálculo de intensidade máxima:

$$8) \text{Intensidade máxima} = K \cdot TR^a / (t+b)^c$$

$$9) I_{\text{max}} = 1.288,5 \cdot 100^{0,2} / (60 \text{ min} + 22^{0,81})$$

$$10) I_{\text{max}} = 91,18 \text{ mm/h}$$

11) Cálculo da vazão do projeto:

$$12) Q = I_{\text{m}} \cdot A$$

$$13) Q = 91,18 \cdot 239,8 / 60 = 364,42 \text{ litros / min}$$

14) Captação de Água no Telhado:

15) Média quantidade pluviométrica por ano * Área do telhado = captação anual

$$16) 1.988,34 \text{ mm} \cdot 239,8 = 476.803,93$$

17) Captação por mês * 12 (número de meses em um ano) = captação por mês

$$18) 476.803,93 / 12 = 39.733,66 \text{ litros/mês}$$

19) Número de acionamentos nas descargas:

20) Volume da captação do telhado / volume das descargas sanitárias = número de acionamentos

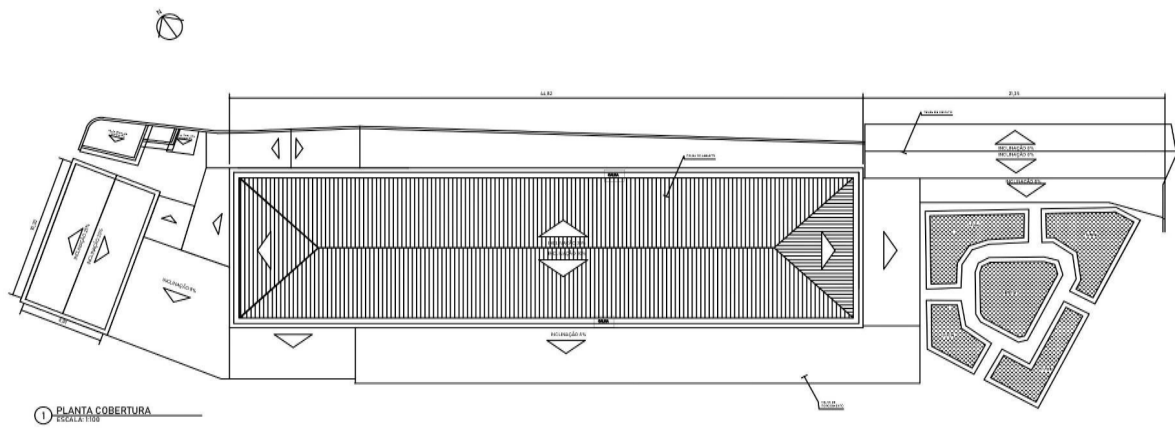
$$21) 39.733,66 / 12,35 = 3.234 \text{ acionamentos}$$

22) Número de acionamentos nos mictórios:

23) Volume da captação do telhado / volume dos mictórios = número de acionamentos

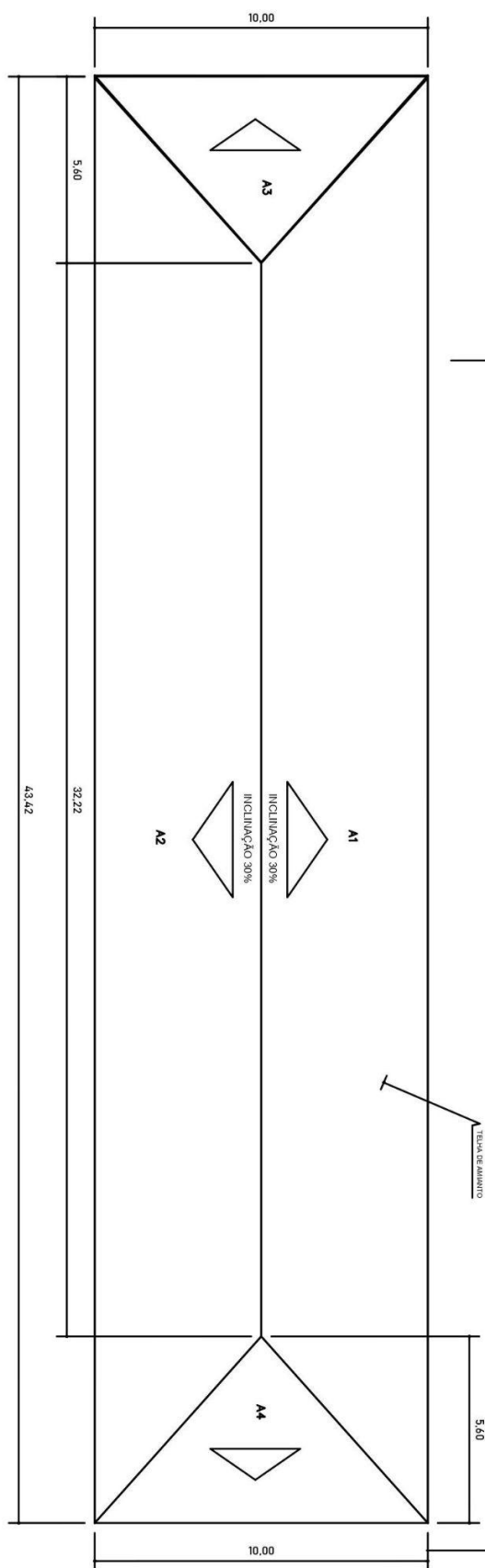
$$24) 39.733,66 / 0,15 = 266.231 \text{ acionamentos}$$

APÊNDICE D — Planta de Cobertura Bloco B



Fonte: Gerência de projetos - IFBA, 2023.

APÊNDICE E — Área de contribuição Bloco B



Fonte: Gerência de projetos - IFBA, 2023.