

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – *CAMPUS* PIUMHI
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

Gustavo Henrique Galieta

**ANÁLISE TÉCNICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
IMPERMEABILIZAÇÃO EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA: ESTUDO DE CASO EM UMA
UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE**

Piumhi – MG

2026

GUSTAVO HENRIQUE GALIETA

**ANÁLISE TÉCNICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
IMPERMEABILIZAÇÃO EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA: ESTUDO DE CASO EM UMA
UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Bacharelado em Engenharia Civil
do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus*
Piumhi para a obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Civil.

Orientador: Me. Júnior Henrique Canaval

G156a Galieta, Gustavo Henrique.

Análise técnica da implementação de um sistema de impermeabilização em edificação pública: estudo de caso em uma unidade básica de saúde [manuscrito] / Gustavo Henrique Galieta. – 2026.

57 f. : il. color.

Orientador: Júnior Henrique Canaval.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* Piumhi, 2026.

1. Impermeabilização. 2. Obras públicas. 3. Umidade. 4. Fundações (Engenharia). 5. Capilaridade. I. Canaval, Júnior Henrique. II. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Piumhi. III. Título.

CDD 620

Catálogo: Andreia Cristina Damasceno - CRB-6/1974

Gustavo Henrique Galieta

**ANÁLISE TÉCNICA DA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
IMPERMEABILIZAÇÃO EM EDIFICAÇÃO PÚBLICA: ESTUDO DE CASO EM UMA
UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado ao Instituto Federal de Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais como requisito
parcial para a obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Civil.

Aprovado em: 12/08/2026 pela banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 JUNIOR HENRIQUE CANAVAL
Data: 18/08/2025 11:44:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Júnior Henrique Canaval - IFMG (Orientador)

Documento assinado digitalmente
 THIAGO PASTRE PEREIRA
Data: 18/08/2026 14:37:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Me. Thiago Pastre Pereira - IFMG

Documento assinado digitalmente
 STELLA MARIA GOMES
Data: 18/08/2026 14:52:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Me. Stella Maria Gomes - IFMG

Documento assinado digitalmente
 AGUINALDO MANOEL DA SILVA JUNIOR
Data: 18/08/2026 17:10:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Me. Aguinaldo Manoel da Silva Junior

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, sabedoria e perseverança concedidas ao longo desta jornada.

À minha família, pelo apoio, incentivo e compreensão constantes.

Aos professores e mentores, pelo conhecimento transmitido, orientação e contribuição fundamental para minha formação acadêmica e profissional.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A impermeabilização é essencial na construção civil, especialmente em edificações, devido à sua função de proteger os elementos construtivos contra a umidade e infiltrações. A escolha errada do sistema, a má execução do sistema adotado ou a escolha de produtos que não atendem às necessidades do projeto são problemas recorrentes em construções civis. Este trabalho tem como objetivo avaliar tecnicamente o sistema de impermeabilização aplicado em uma Unidade Básica de Saúde (UBS), considerando critérios normativos, especificação técnica e custos. A metodologia adotada consistiu em revisão bibliográfica, análise normativa e estudo de caso desenvolvido em uma Unidade Básica de Saúde localizada no município de Carmo do Rio Claro/MG. Os resultados indicam que as áreas mais propensas a problemas de infiltração são fundações, lajes e ambientes úmidos, sendo que a escolha inadequada de materiais e a má execução são os principais fatores causadores de manifestações patológicas. Conclui-se que a correta especificação técnica, aliada ao cumprimento das normas da ABNT e à capacitação da mão de obra, é fundamental para garantir a durabilidade e o desempenho das edificações.

Palavras-chave: impermeabilização; obras públicas; umidade; fundações (engenharia); capilaridade.

ABSTRACT

Waterproofing is an essential component of civil construction, particularly in buildings, as its primary function is to protect structural and non-structural elements against moisture and water infiltration. The incorrect selection of the waterproofing system, inadequate execution, or the use of products that do not meet the project's technical requirements are common issues in construction works. This study aims to technically evaluate the waterproofing system applied to a Primary Health Care Center (PHCC), considering regulatory requirements, technical specifications, and cost aspects. The adopted methodology consisted of a literature review, standards analysis, and a case study conducted at a Primary Health Care Center located in the municipality of Carmo do Rio Claro, Minas Gerais, Brazil. The results indicate that foundations, slabs, and wet areas are the building elements most susceptible to infiltration problems, with improper material selection and poor workmanship being the main causes of pathological manifestations. It is concluded that proper technical specification, compliance with Brazilian Association of Technical Standards (ABNT) requirements, and the qualification of the workforce are fundamental to ensuring the durability and performance of buildings.

Keywords: waterproofing; public buildings; moisture; foundations (engineering); capillary action.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aplicação de resina epóxi	12
Figura 2 - Aplicação de Argamassa Polimérica	13
Figura 3 - Manta Asfáltica Aplicada em Laje	14
Figura 4 - Classificação de Mantas Asfálticas	15
Figura 5 - Manifestação Típica de Umidade Ascendente por Capilaridade em Alvenaria	18
Figura 6 - Corrosão de armaduras provocada pela infiltração de água	19
Figura 7 - Manifestações Patológicas em Lajes	20
Figura 8 - Aplicação de Membrana Líquida	24
Figura 9 - Impermeabilização de Viga Baldrame	24
Figura 10 - Obra de Unidade Básica de Saúde	34
Figura 11 - Planta Baixa da Fundação	35
Figura 12 - Realização da Sondagem	36
Figura 13 - Locação dos Furos 01 e 02	36
Figura 14 - Dados do Furo 01	37
Figura 15 - Dados do Furo 02	38
Figura 16 - Características e Rendimento Segundo a Fabricante	41
Figura 17 - Produto Utilizado (RESIPRIMER-E)	42
Figura 18 - Produto ao ser Retirado da Embalagem	42
Figura 19 - Rótulo do Produto	43
Figura 20 - Impermeabilização da Alvenaria Interna	44
Figura 21 - Impermeabilização da Alvenaria Externa	44
Figura 22 - Impermeabilização da Alvenaria de Vedação	45
Figura 23 - Radier da Obra em Execução	47
Figura 24 - Detalhe Esquemático do Sistema Impermeabilizante	48
Figura 25 - Impermeabilização do Radier	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos Sistemas de Impermeabilização	16
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	10
2.1	OBJETIVO GERAL.....	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1	TIPOS DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO UTILIZADOS EM EDIFICAÇÕES	11
3.2	MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS PELA AUSÊNCIA OU FALHA NA IMPERMEABILIZAÇÃO	17
3.3	NORMAS TÉCNICAS E DIRETRIZES APLICÁVEIS	20
3.4	CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DO SISTEMA IDEAL DE IMPERMEABILIZAÇÃO.	22
3.5	ESTUDOS DE CASO E SOLUÇÕES APLICADAS EM EDIFICAÇÕES.....	23
3.6	ENSAIOS DE ESTANQUEIDADE	26
3.7	FUNDAMENTAÇÃO NORMATIVA APLICADA AO ESTUDO DE CASO	27
4	METODOLOGIA	28
4.1	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	28
4.1.1	<i>LEVANTAMENTO DE DADOS DA OBRA</i>	<i>29</i>
4.1.2	<i>ANÁLISE GEOTÉCNICA APLICADA.....</i>	<i>29</i>
4.1.3	<i>DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS DE CASO</i>	<i>29</i>
4.1.4	<i>REGISTRO FOTOGRÁFICO E ANÁLISE QUALITATIVA DA EXECUÇÃO</i> <i>30</i>	
4.1.5	<i>ANÁLISE ECONÔMICA.....</i>	<i>30</i>
4.1.6	<i>ANÁLISE INTEGRADA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</i>	<i>31</i>
4.2	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	31
5	ESTUDO DE CASO – IMPERMEABILIZAÇÃO EM OBRA PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE CARMO DO RIO CLARO/MG.....	33
5.1	CARACTERIZAÇÃO DA OBRA E DO SISTEMA CONSTRUTIVO	34
5.2	CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO TERRENO.....	35
5.3	DIAGNÓSTICO DE RISCOS E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POTENCIAIS.....	39
5.4	ESCOLHA DO SISTEMA IMPERMEABILIZANTE	40
5.5	ANÁLISE ECONÔMICA DA SOLUÇÃO ADOTADA	50
5.6	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS DO ESTUDO DE CASO.....	52
6	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54

1 INTRODUÇÃO

As edificações têm entre suas principais finalidades proporcionar proteção contra agentes externos, especialmente as intempéries.

Nesse contexto, a impermeabilização torna-se um elemento essencial para evitar a infiltração de água nos diversos componentes da construção, garantindo a salubridade, o conforto e a durabilidade dos ambientes (FERNANDES; FERNANDES; ROSA, 2022). Por outro lado, sua execução inadequada pode gerar manifestações patológicas como bolores, corrosão em armaduras ou até deterioração de revestimentos (RIGHI, 2009).

No Brasil, existem recorrências em casos de falha nos sistemas de impermeabilização, e suas causas são: negligência no projeto, má execução ou até mal uso dos insumos (MENDONÇA JÚNIOR, 2019).

Para locais sem movimento estrutural os sistemas mais indicados são os rígidos, que são compostos por argamassas impermeáveis ou aditivos químicos. Já para áreas com movimento estrutural ou fissuração, os sistemas flexíveis são mais usuais, como exemplo mantas asfálticas ou membranas líquidas (SANTOS, 2025).

Para garantir a durabilidade e segurança das edificações as normas técnicas, como a NBR 9575:2010 da ABNT, são essenciais (LORENZET, 2023). Porém diversos estudos apontam que existem diversos casos em que essa norma é ignorada, resultando em falhas nos sistemas de impermeabilização (REIS, 2023; GONÇALVES; SANTOS; FERREIRA, 2021).

Eggers (2019), ao realizar um levantamento com construtoras do Rio Grande do Sul, constatou que, mesmo diante da diversidade de produtos impermeabilizantes disponíveis no mercado, a seleção desses materiais ainda ocorre, em muitos casos, com base exclusivamente no custo.

Tal prática demonstra a negligência de critérios técnicos essenciais, reforçando a importância da correta especificação dos sistemas impermeabilizantes para assegurar o desempenho da edificação.

Esse trabalho tem por objetivo analisar as soluções de impermeabilização em edificações, com base em estudo de caso. O trabalho aborda técnicas, materiais e critérios normativos, além de mostrar os desafios enfrentados na execução (TEIXEIRA, 2021).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar tecnicamente o sistema de impermeabilização aplicado em uma Unidade Básica de Saúde (UBS), considerando critérios normativos, especificação técnica e custos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apontar e classificar os principais sistemas de impermeabilização utilizados em edificações (rígidos e flexíveis), descrevendo suas características, vantagens, limitações e campos de aplicação.
- Analisar as manifestações patológicas associadas à ausência ou falhas de impermeabilização (eflorescências, manchas, mofo/bolor, fissuras, deslocamentos e corrosão de armaduras), discutindo mecanismos de ocorrência e consequências técnicas.
- Caracterizar o sistema de impermeabilização executado na Unidade Básica de Saúde objeto do estudo de caso.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 TIPOS DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO UTILIZADOS EM EDIFICAÇÕES

A etapa de impermeabilização é executada com a finalidade de garantir a durabilidade, a salubridade e o desempenho da edificação.

Para selecionar o sistema são analisados fatores como a estrutura e seus movimentos, exposição e requisitos de desempenho.

Edificações estão sujeitas a pequenas deformações devido a variações térmicas, recalques do solo, vibrações e carregamentos.

Sistemas de impermeabilização rígidos podem ser adequados para áreas sem movimentações significativas, porém apresentam risco de fissuração e perda da estanqueidade quando aplicados em áreas sujeitas a dilatações e contrações.

O custo é um fator decisivo na escolha do sistema, pois o investimento inicial deve ser balanceado com a durabilidade e a facilidade de manutenção da impermeabilização, evitando gastos excessivos com reparos futuros (SILVA; SILVA JUNIOR; HOLANDA, 2019).

Conforme a norma técnica ABNT NBR 9575:2010 (Impermeabilização - Seleção e Projeto), os sistemas de impermeabilização são classificados pelo comportamento mecânico dos materiais empregados em rígidos e flexíveis.

Sistemas rígidos têm uma baixa flexibilidade e são indicados para fundações ou estruturas enterradas. Os sistemas flexíveis apresentam alta flexibilidade e são comuns em varandas, sacadas ou lajes.

São geralmente compostos por argamassas impermeabilizantes, aditivos hidrófugos ou revestimentos cimentícios que formam uma barreira sólida e pouco elástica contra a penetração de água.

A principal vantagem dos sistemas rígidos é sua resistência mecânica e aderência ao substrato, além do custo relativamente baixo. Porém sua baixa flexibilidade limita a aplicação em áreas sujeitas a pequenas fissuras ou movimentações, pois essas condições podem levar à ruptura da camada impermeável, comprometendo sua eficiência (EGGERS, 2019).

Na Figura 1 é retratada a aplicação de resina epóxi, que é um exemplo de sistema rígido de impermeabilização, utilizado em ambientes agressivos visto que

possui resistência mecânica e a ataques químicos. Sendo assim, trata-se de uma solução de custo elevado, indicada como proteção anticorrosiva de concreto e metais.

Figura 1 - Aplicação de resina epóxi



Fonte: Fibersals (2026).

A aplicação do sistema rígido é recomendada quando se trata de reservatórios enterrados, poços de elevador, subsolos, muros de arrimo e fundações, desde que esses elementos estruturais não estejam sujeitos a movimentações ou deformações significativas. A estabilidade dimensional dessas estruturas favorece o sistema, permitindo que a barreira impermeável mantenha sua integridade com o passar do tempo (Fernandes, Fernandes e Rosa, 2022).

Sua aplicação não é recomendada em lajes expostas, sacadas, coberturas e áreas sujeitas a variações térmicas, pois a movimentação térmica gerada pela dilatação e retração dos materiais pode gerar fissuras na camada impermeabilizante (Mendonça Júnior, 2019).

Na Figura 2 há um exemplo de aplicação de argamassa polimérica em área interna.

Figura 2 - Aplicação de Argamassa Polimérica



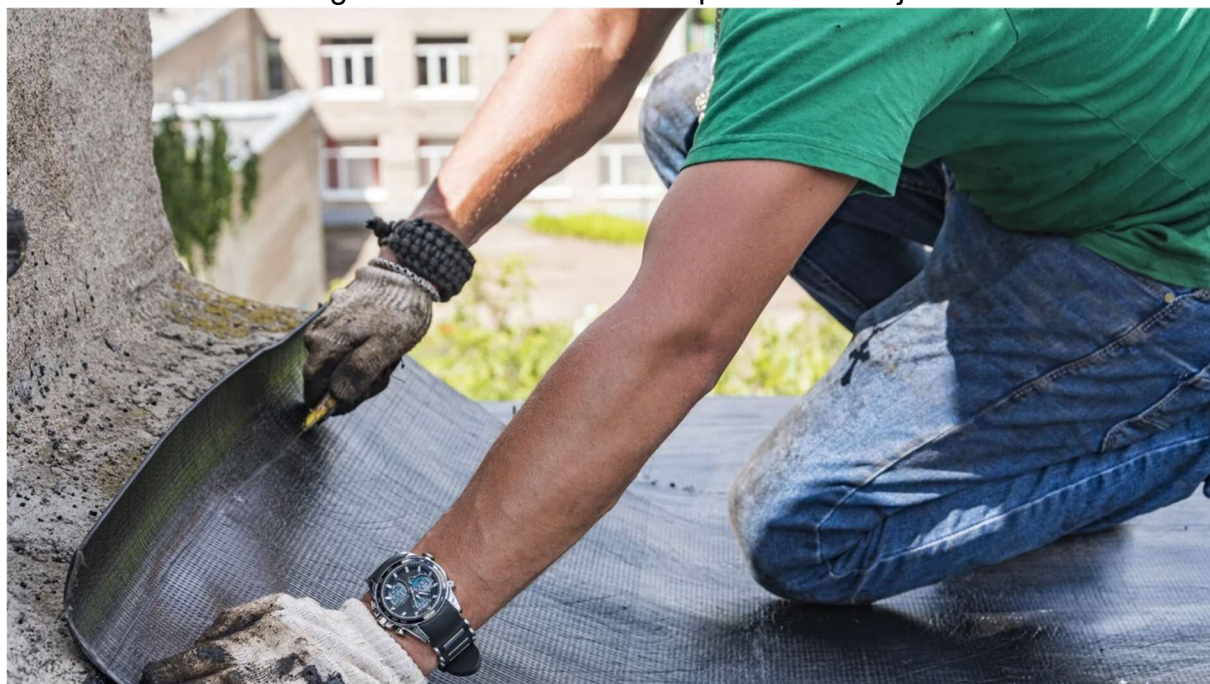
Fonte: Imperllaje (2026).

A boa aderência ao substrato e a facilidade de aplicação são atrativos ao uso desse sistema.

Os sistemas flexíveis normalmente apresentam custo superior aos sistemas rígidos além de exigir maior controle de execução. Falhas na preparação, na sobreposição das mantas ou na espessura das camadas aplicadas podem comprometer a eficiência da impermeabilização (SANTOS, 2025.)

Na Figura 3, é demonstrada a aplicação de manta asfáltica em uma laje, exemplificando o sistema flexível.

Figura 3 - Manta Asfáltica Aplicada em Laje



Fonte: Quartzolit (2026).

Na seleção dos sistemas, devem ser analisadas a facilidade de aplicação, a durabilidade esperada, a resistência química e mecânica, a compatibilidade com outros materiais da construção e as exigências normativas, em especial a ABNT NBR 9575:2010, que estabelece os requisitos e recomendações relativos à seleção e ao projeto de sistemas de impermeabilização, visando assegurar a proteção das edificações contra a ação da água, da umidade e dos fluidos.

Selecionar e executar corretamente o sistema é determinante, pois previne problemas técnicos como infiltrações, eflorescência e comprometimento da estrutura, além de garantir qualidade de vida para os habitantes dos ambientes da edificação (SILVA; SILVA JUNIOR; HOLANDA, 2019).

No estudo realizado por Gonçalves, Santos e Ferreira (2021), a manta asfáltica foi identificada como uma das soluções empregadas na impermeabilização de fundações, destacando-se sua resistência mecânica, durabilidade e capacidade de formar uma barreira contínua contra a penetração de água.

Na Figura 4, é possível observar a tabela com as características de pré-fabricação apontadas em estudo realizado por (CUNHA, SOUSA, ALVES, 2023).

Figura 4 - Classificação de Mantas Asfálticas

ITEM			TIPO			
			I	II	III	IV
Espessura (mínimo)			3mm	3mm	3mm	4mm
Resistência à tração e alongamento – carga máxima (longitudinal e transversal)	Tração (mínimo)		80N	180N	400N	550N
	Alongamento (mínimo)		2%	2%	30%	35%
Absorção d'água – Variação em massa (máximo)			1,5%	1,5%	1,5%	1,5%
(1) Flexibilidade à baixa temperatura	Tipo	A	-10°C	-10°C	-10°C	-10°C
		B	-5°C	-5°C	-5°C	-5°C
		C	0	0	0	0
Resistência ao impacto a 0°C (mínimo)			2,45J	2,45J	4,90J	4,90J
Escorrimento (mínimo)			95°C	95°C	95°C	95°C
Estabilidade dimensional (máximo)			1%	1%	1%	1%
Envelhecimento acelerado	Mantas asfálticas expostas		Os corpos-de-prova, após ensaio, não devem apresentar bolhas, escorrimento, gretamento, separação dos constituintes, deslocamento ou delaminação.			
	Mantas asfálticas protegidas ou autoprotégidas					
Flexibilidade após envelhecimento acelerado	Tipo	A	0°C	0°C	0°C	0°C
		B	5°C	5°C	5°C	5°C
		C	10°C	10°C	10°C	10°C

Fonte: CUNHA, SOUSA, ALVES (2023).

Nas áreas molhadas internas das edificações, como banheiros, cozinhas e lavanderias, Gonçalves *et al.* (2021) identificam a crescente utilização da argamassa polimérica aplicada em múltiplas camadas como uma solução eficiente e economicamente viável. Esse sistema alia boa aderência e resistência à umidade com facilidade de aplicação, sendo capaz de acomodar pequenas fissuras e movimentações típicas dessas áreas.

A argamassa polimérica também possui boa compatibilidade com revestimentos cerâmicos, facilitando o acabamento das áreas molhadas.

A escolha inadequada do sistema pode resultar em falhas de estanqueidade, infiltrações e aumento dos custos de manutenção. Nesse contexto, Lorenzet (2023) ressalta a importância da observância das diretrizes estabelecidas pela ABNT NBR 9575:2010, especialmente quanto à análise do substrato, compatibilidade dos materiais e métodos de aplicação.

Fernandes, Fernandes e Rosa (2022) verificaram que a utilização inadequada de sistemas rígidos em lajes expostas favorece o surgimento de fissuras e infiltrações,

comprometendo o desempenho da edificação. De forma semelhante, Mendonça Júnior (2019) demonstrou que a ausência de impermeabilização em lajes pode ocasionar eflorescências, destacamento de revestimentos, formação de mofo e processos de degradação estrutural.

Além da correta especificação do sistema, Santos (2025) destaca a importância da compatibilidade entre impermeabilizante e substrato, do cumprimento dos tempos de cura e da qualificação da mão de obra executora. Segundo o autor, falhas na preparação da superfície e na aplicação dos materiais estão entre as principais causas de manifestações patológicas relacionadas à umidade.

Sob o aspecto econômico, Teixeira (2021) afirma que a escolha do sistema impermeabilizante deve considerar o desempenho ao longo da vida útil da edificação, e não apenas o custo inicial. Sistemas adequadamente especificados e executados reduzem a necessidade de intervenções corretivas, contribuem para a conservação da estrutura e agregam valor ao imóvel.

Os sistemas rígidos apresentam melhor desempenho em elementos estáveis, e os flexíveis são os mais indicados para áreas expostas a intempéries.

Na Tabela 1 são apresentadas as características, as vantagens, as limitações, as aplicações, os custos e as normas de aplicação.

Tabela 1 - Características dos Sistemas de Impermeabilização

SISTEMA	RÍGIDO	FLEXÍVEL
MECANISMO DE ATUAÇÃO	Forma uma barreira impermeável de baixa deformabilidade, impedindo a passagem de água por redução da porosidade do substrato.	Forma uma membrana contínua capaz de absorver deformações, fissuras e movimentações estruturais, mantendo a estanqueidade.
PRINCIPAIS APLICAÇÕES	Baldrame, fundações, subsolos, reservatórios enterrados, poços de elevador, muros de contenção, pisos em contato com o solo.	Lajes, coberturas, varandas, terraços, floreiras, piscinas suspensas, reservatórios elevados e estruturas sujeitas à movimentação.
VANTAGENS	Baixo custo, elevada aderência ao substrato, boa resistência mecânica e facilidade de execução.	Elevada elasticidade, excelente desempenho em áreas expostas, acompanha movimentações térmicas e estruturais, e maior durabilidade quando corretamente executado.
LIMITAÇÕES	Não acompanha movimentações estruturais, podendo fissurar quando submetido a deformações ou variações térmicas.	Custo inicial mais elevado, necessidade de mão de obra qualificada e maior controle executivo durante a aplicação.
CUSTO RELATIVO	Baixo	Alto
NORMAS APLICÁVEIS	ABNT NBR 9575; ABNT NBR 9574.	ABNT NBR 9575; ABNT NBR 9574.

Fonte: Arquivo próprio (2026).

Podemos observar que a eficiência da impermeabilização depende da correta seleção do sistema, da análise das normas técnicas e da qualidade da execução. Não existe uma solução notavelmente superior, a escolha é condicionada às características construtivas da edificação e às condições de exposição a que o sistema será submetido.

3.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS CAUSADAS PELA AUSÊNCIA OU FALHA NA IMPERMEABILIZAÇÃO

A ausência ou falha na impermeabilização em edificações configura-se como uma das principais causas de manifestações patológicas que comprometem não apenas a estética dos ambientes, mas também a funcionalidade, a segurança e a durabilidade da estrutura ao longo do tempo.

A água, quando penetra de forma contínua e não controlada nos elementos construtivos, desencadeia uma série de processos físicos, químicos e biológicos que afetam negativamente os materiais utilizados na construção.

Esses processos podem resultar em deteriorações progressivas, que culminam em perdas significativas da resistência mecânica, comprometimento estrutural e, conseqüentemente, em elevados custos com manutenção corretiva e recuperação, impactando o orçamento familiar e a vida útil da edificação (SILVA; SILVA JUNIOR; HOLANDA, 2019).

Entre as principais manifestações patológicas associadas à falta ou deficiência de sistemas eficazes de impermeabilização, destacam-se as eflorescências, que são manchas esbranquiçadas causadas pela migração de sais solúveis presentes nos materiais de construção para a superfície, onde cristalizam ao contato com o ar.

Essa manifestação, além de prejudicar a estética, indica a presença de umidade excessiva, que pode desencadear outras manifestações patológicas.

Também são comuns as desagregações e a perda da coesão do concreto e dos revestimentos, que, quando expostos à umidade constante, sofrem alterações em sua estrutura microcristalina, tornando-se frágeis e suscetíveis a deslocamentos.

Na Figura 5 é possível observar um exemplo de manifestação patológica por umidade ascendente por capilaridade.

Figura 5 - Manifestação Típica de Umidade Ascendente por Capilaridade em Alvenaria



Fonte: São Rafael Construção (2026).

Além disso, a umidade favorece o aparecimento de fissuras e trincas, que podem se ampliar com as variações térmicas e cargas mecânicas, proporcionando caminhos para a penetração ainda maior de água, estabelecendo um ciclo vicioso de deterioração.

O mofo e o bolor são manifestações biológicas típicas em ambientes úmidos, causados pelo crescimento de fungos que se alimentam da matéria orgânica presente nos revestimentos e nas estruturas, prejudicando a saúde dos moradores, especialmente aqueles com problemas respiratórios e alergias.

O desprendimento de revestimentos cerâmicos e pinturas é outro problema recorrente, comprometendo a funcionalidade e o conforto visual dos ambientes internos.

Um dos problemas mais graves decorrentes da infiltração é a corrosão das armaduras metálicas internas ao concreto.

A presença contínua de água e oxigênio promove processos eletroquímicos que deterioram as barras de aço, reduzindo sua seção transversal e prejudicando a capacidade estrutural da edificação.

Essa manifestação patológica pode evoluir silenciosamente, sendo detectada somente quando já há danos significativos, o que torna a intervenção corretiva mais complexa e onerosa (RIGHI, 2009; REIS, 2023).

Na Figura 6 é exemplificada a corrosão de armaduras ocasionada pela infiltração de água no concreto.

Figura 6 - Corrosão de armaduras provocada pela infiltração de água



Fonte: Stecla (2026).

A ABNT NBR 6118:2026 estabelece que a durabilidade das estruturas de concreto depende do controle da agressividade ambiental, da qualidade do concreto, do cobrimento das armaduras e da adoção de medidas de proteção capazes de limitar o ingresso de umidade e substâncias agressivas, preservando a camada passivadora que protege o aço.

Segundo o modelo de vida útil proposto por Tuutti (1982), o processo de corrosão das armaduras ocorre em duas etapas distintas: iniciação e propagação. Na fase de iniciação, agentes agressivos, como água, dióxido de carbono e íons cloreto, penetram pelos poros e fissuras do concreto até atingir a armadura, provocando a despassivação do aço. Na fase de propagação, a corrosão se desenvolve progressivamente, ocasionando aumento do volume dos produtos de corrosão, fissuração do cobrimento, perda de aderência entre aço e concreto e redução da capacidade resistente da estrutura.

Possan (2010) reforça que o tempo necessário para a corrosão atingir níveis críticos está diretamente relacionado à facilidade de penetração dos agentes agressivos no concreto. Dessa forma, sistemas de impermeabilização eficientes retardam significativamente a fase de iniciação proposta por Tuutti, aumentando a vida útil da estrutura ao dificultar o ingresso de água e contaminantes.

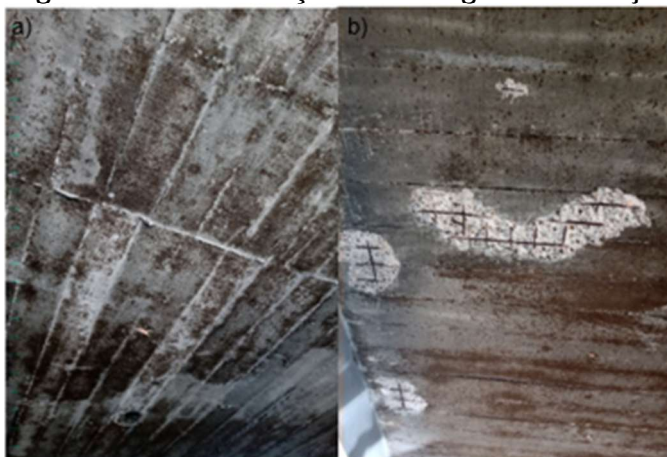
Complementando esse entendimento, Andrade (2017) destaca que a evolução da corrosão depende da disponibilidade de umidade, oxigênio e da taxa de corrosão ao longo do tempo. Em ambientes permanentemente úmidos, decorrentes de infiltrações ou falhas de impermeabilização, a propagação da corrosão tende a

ser acelerada, favorecendo o aparecimento de fissuras, destacamentos do revestimento e perda progressiva da seção das armaduras, comprometendo a durabilidade e o desempenho estrutural da edificação.

Mendonça Júnior (2019), ao analisar uma laje exposta sem impermeabilização adequada, identificou infiltrações, eflorescências, destacamento de revestimentos e degradação progressiva dos elementos construtivos. Já Fernandes, Fernandes e Rosa (2022) verificaram que falhas de execução em sistemas impermeabilizantes contribuíram para o surgimento de umidade ascendente, descascamento de pintura e proliferação de fungos em ambientes internos.

Na Figura 7, é possível observar manifestações patológicas presentes em laje, que são mofo e corrosão de armaduras.

Figura 7 - Manifestações Patológicas em Lajes



Fonte: Revistaf (2026).

Além dos impactos técnicos, as manifestações patológicas associadas à umidade podem afetar diretamente a salubridade das edificações, uma vez que a presença de mofo e bolor está relacionada ao agravamento de doenças respiratórias e alergias.

Sob o aspecto econômico, a ausência de impermeabilização adequada pode resultar em elevados custos de manutenção corretiva, frequentemente superiores aos investimentos necessários para a adoção de medidas preventivas durante a construção.

3.3 NORMAS TÉCNICAS E DIRETRIZES APLICÁVEIS

Para determinar critérios para especificações e projetos dos sistemas

impermeabilizantes utiliza-se a ABNT NBR 9575:2010. Já a ABNT NBR 9574:2008 define requisitos executivos, inspeção e controle da aplicação, complementarmente, a ABNT NBR 15575 estabelece requisitos mínimos de desempenho e durabilidade das edificações, tornando a impermeabilização elemento fundamental para atendimento dos critérios de vida útil previstos na norma.

Além da especificação do sistema, o detalhamento executivo dos encontros entre pisos, paredes, juntas de concretagem, passagens de tubulações e mudanças de plano constitui etapa fundamental para garantir a continuidade da barreira impermeabilizante e evitar pontos de infiltração.

A especificação, execução e manutenção dos sistemas impermeabilizantes devem seguir requisitos técnicos capazes de garantir desempenho, durabilidade e segurança das edificações, no Brasil, as principais diretrizes são estabelecidas pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que orientam desde a fase de projeto até o controle da execução.

A ABNT NBR 9575:2010 – Impermeabilização – Seleção e Projeto estabelece os critérios para definição dos sistemas impermeabilizantes mais adequados às características da edificação, considerando fatores como tipo de substrato, exposição à água, movimentação estrutural e requisitos de desempenho, além de definir conceitos fundamentais relacionados à impermeabilização e orientar a elaboração dos projetos específicos.

Complementarmente, a ABNT NBR 9574:2008 – Execução de Impermeabilização estabelece os procedimentos executivos necessários para garantir a correta aplicação dos sistemas impermeabilizantes, destacando a preparação do substrato, as condições adequadas de aplicação, os controles de qualidade e as inspeções necessárias durante a execução.

Outra norma que pode ser usada como referência técnica complementar é a ABNT NBR 15575-1:2025 – Edificações Habitacionais – Desempenho, que estabelece requisitos mínimos relacionados à vida útil, estanqueidade e durabilidade das edificações, embora não trate exclusivamente de impermeabilização, a norma exige que os sistemas construtivos sejam capazes de impedir a passagem indevida de água e garantir condições adequadas de habitabilidade.

Além das exigências normativas, o desempenho dos sistemas impermeabilizantes depende diretamente do detalhamento executivo adotado em projeto, regiões como encontros entre pisos e paredes, juntas de concretagem,

passagens de tubulações, ralos, reservatórios e mudanças de plano exigem tratamento específico para garantir a continuidade da barreira impermeável e evitar pontos vulneráveis à infiltração.

Após a execução dos sistemas, recomenda-se a realização de ensaios de estanqueidade para verificar a eficiência da impermeabilização antes da aplicação dos revestimentos finais, visando identificar falhas de execução, descontinuidades ou pontos de infiltração ainda durante a obra, reduzindo retrabalhos e aumentando a confiabilidade do sistema executado.

3.4 CRITÉRIOS PARA ESCOLHA DO SISTEMA IDEAL DE IMPERMEABILIZAÇÃO.

A definição do sistema de impermeabilização mais adequado para edificações demanda a análise de diversos critérios técnicos, econômicos e ambientais, com o objetivo de garantir a eficiência e a durabilidade da solução empregada. Segundo Ribeiro (2017), essa seleção deve considerar fatores como as características do elemento a ser protegido, as condições climáticas locais, o tipo de substrato e a intensidade de exposição da superfície à água e aos agentes.

As análises para escolha do sistema devem considerar inicialmente a existência de movimentações estruturais. Em estruturas sujeitas a deformações, recomenda-se a utilização de sistemas flexíveis. Já em elementos estáveis, podem ser empregados sistemas rígidos.

Após a análise, devem ser avaliadas a exposição à água e a presença de pressão hidrostática, fatores que influenciam no desempenho e durabilidade da impermeabilização.

A seleção do sistema deve ser realizada de acordo com as características específicas de cada elemento construtivo e das condições de utilização da edificação.

Um dos principais critérios é a compatibilidade do sistema impermeabilizante com o tipo de estrutura, seja ela laje, fundação, parede ou áreas molhadas internas, pois sistemas rígidos ou flexíveis apresentam comportamentos distintos diante de movimentações estruturais (SILVA; SILVA JUNIOR; HOLANDA, 2019).

Além da correta especificação e aplicação, outro fator essencial para a eficácia do sistema impermeabilizante é a sua resistência às intempéries, aos agentes químicos e à abrasão, características que asseguram a integridade da barreira

protetora ao longo do tempo de vida útil da edificação.

Conforme Gonçalves, Santos e Ferreira (2021), a exposição contínua à radiação ultravioleta, às variações térmicas diárias e sazonais, bem como ao contato com substâncias agressivas — como óleos, solventes e resíduos de limpeza — podem degradar rapidamente certos tipos de materiais, reduzindo sua elasticidade, provocando fissuras superficiais e rompimentos. Para contornar esses problemas, recomenda-se a utilização de produtos com formulações específicas, que incluam aditivos estabilizantes contra radiação ultravioleta (UV), plastificantes e agentes reforçadores de coesão, capazes de manter as propriedades mecânicas e químicas mesmo sob condições severas de uso.

Aspectos econômicos, como o custo inicial de aplicação e o custo-benefício em longo prazo, devem ser ponderados, uma vez que materiais mais baratos podem apresentar menor durabilidade, ocasionando intervenções frequentes (REIS, 2023).

Além disso, a disponibilidade dos produtos e a capacitação técnica da equipe executora são elementos decisivos para garantir a correta aplicação do sistema escolhido (EGGERS, 2019).

3.5 ESTUDOS DE CASO E SOLUÇÕES APLICADAS EM EDIFICAÇÕES

A aplicação prática dos sistemas de impermeabilização em obras residenciais tem sido amplamente estudada por meio de diversos trabalhos de caso, que evidenciam as particularidades e desafios enfrentados na escolha e execução das soluções impermeabilizantes. Esses estudos contribuem para o aprimoramento das técnicas e para a redução de falhas na construção civil.

Reis (2023) discutiu diferentes sistemas de impermeabilização aplicados em residências, comparando técnicas como impermeabilização por membranas líquidas e mantas pré-fabricadas, ressaltando a relevância da análise custo-benefício para garantir a sustentabilidade econômica do projeto.

Já Lorenzet (2023) realizou um estudo de projeto aplicando a NBR 9575/2010 em uma residência unifamiliar, evidenciando a importância do planejamento técnico detalhado para minimizar os custos e maximizar a eficiência do sistema.

Na Figura 8, é possível observar um exemplo de aplicação de membrana líquida.

Figura 8 - Aplicação de Membrana Líquida



Fonte: Quartzolit (2026).

Casos envolvendo a impermeabilização de fundações também são relevantes, como demonstrado por Gonçalves, Santos e Ferreira (2021), que estudaram a aplicação de sistemas específicos para essa etapa, destacando as particularidades e exigências normativas para evitar infiltrações subterrâneas que possam comprometer a estrutura.

Na Figura 9 há um exemplo de fundação em processo de impermeabilização.

Figura 9 - Impermeabilização de Viga Baldrame



Fonte: Isotecnica (2026).

Esses estudos ressaltam ainda que o sucesso da impermeabilização em residências unifamiliares não depende apenas da qualidade dos materiais, mas, sobretudo, do correto planejamento, da escolha técnica adequada ao tipo de estrutura e ambiente, e da rigorosa execução conforme as especificações normativas vigentes.

Fernandes, Fernandes e Rosa (2022) reforçam essa ideia ao evidenciar que a seleção criteriosa do sistema impermeabilizante, quando aliada ao rigor na aplicação e ao cumprimento das normas técnicas, atua diretamente na prevenção de problemas técnicos típicos da construção civil, como infiltrações, eflorescências, desagregações e corrosão das armaduras.

Essa sinergia entre teoria, norma e prática é fundamental para garantir a durabilidade e a funcionalidade das edificações ao longo do tempo.

Complementando essa visão, Teixeira (2021) destaca que o investimento em impermeabilização deve ser avaliado sob a ótica do custo-benefício ao longo do ciclo de vida da edificação.

Segundo o autor, decisões baseadas apenas no menor custo inicial podem resultar em sistemas insuficientes para as condições reais de uso, provocando danos estruturais e desconforto aos usuários, além de despesas elevadas com manutenção corretiva.

Assim, a correta seleção dos materiais e métodos, respaldada em estudos técnicos e normas, assegura não apenas a proteção da estrutura, mas também a valorização do imóvel e a satisfação dos moradores.

Portanto, a partir da análise dessas pesquisas, fica evidente que a impermeabilização em residências unifamiliares deve ser tratada como um processo técnico complexo, que envolve desde o conhecimento atualizado dos materiais disponíveis no mercado, passando pelo rigor na execução, até o controle de qualidade e a manutenção adequada.

O aprimoramento contínuo da qualificação profissional, aliado à observância das normas técnicas e boas práticas de engenharia, emerge como o caminho mais eficiente para alcançar sistemas de impermeabilização eficazes, duradouros e economicamente viáveis, capazes de preservar a integridade das construções residenciais e garantir o conforto e a segurança dos seus usuários.

3.6 ENSAIOS DE ESTANQUEIDADE

O ensaio de estanqueidade constitui uma das principais etapas de verificação da eficiência dos sistemas impermeabilizantes, permitindo avaliar a capacidade da impermeabilização em impedir a passagem de água através dos elementos construtivos. Conforme estabelecido pela ABNT NBR 9574:2008 – Execução de Impermeabilização, sua realização é obrigatória após a conclusão da aplicação dos sistemas impermeabilizantes e antes da execução dos revestimentos ou demais etapas construtivas subsequentes.

O objetivo do ensaio é identificar possíveis falhas de execução, descontinuidades ou defeitos no sistema impermeabilizante ainda durante a fase de obra, possibilitando a realização de correções antes da liberação da área para uso.

Para a realização do ensaio, o sistema impermeabilizante deve estar completamente curado e a superfície deve ser previamente limpa.

Em seguida, a área impermeabilizada deve ser preenchida gradualmente com água até o nível máximo previsto para utilização, respeitando as características da estrutura analisada.

O enchimento gradual é recomendado para evitar sobrecargas súbitas na estrutura e facilitar a identificação de possíveis falhas localizadas, especialmente em regiões críticas como encontros entre pisos e paredes, juntas de concretagem, ralos e passagens de tubulações (LIMA, 2023).

Após o enchimento, o nível da água deve ser devidamente marcado e mantido por um período mínimo de 72 horas, conforme previsto na ABNT NBR 9574:2008. Durante esse período, devem ser realizadas inspeções periódicas para monitoramento da variação do nível da água e verificação visual da ocorrência de vazamentos, manchas de umidade, gotejamentos ou qualquer outra evidência de perda de estanqueidade (LIMA, 2023).

Como critério de aceitação, não devem ser observados vazamentos, infiltrações, manchas de umidade ou gotejamentos nas superfícies adjacentes ou inferiores à área ensaiada.

Pequenas reduções do nível da água podem ocorrer devido à evaporação natural, principalmente em ambientes sujeitos à incidência solar, elevadas temperaturas ou ação do vento, devendo tais variações ser avaliadas tecnicamente antes da conclusão do ensaio.

Caso sejam identificadas falhas no sistema impermeabilizante, a área deve ser esvaziada para realização dos reparos necessários, seguindo rigorosamente as recomendações técnicas do fabricante do produto utilizado.

Após a execução dos reparos e o cumprimento do tempo de cura exigido, um novo ensaio de estanqueidade deverá ser realizado para confirmar a eficiência das correções executadas.

3.7 FUNDAMENTAÇÃO NORMATIVA APLICADA AO ESTUDO DE CASO

A solução de impermeabilização adotada no estudo de caso encontra respaldo direto nas normas técnicas brasileiras vigentes, especialmente na ABNT NBR 9575:2010 – Impermeabilização – Seleção e Projeto, que estabelece critérios para a escolha adequada dos sistemas impermeabilizantes de acordo com as condições de exposição e uso da edificação.

Segundo a NBR 9575:2010, elementos construtivos em contato direto com o solo ou sujeitos à umidade ascendente devem receber tratamento impermeabilizante específico, capaz de interromper a migração de água por capilaridade.

A norma destaca que a impermeabilização deve ser concebida ainda na fase de projeto, considerando fatores como tipo de solo, presença de lençol freático, sistema de fundação e materiais constituintes das vedações verticais.

Complementarmente, a ABNT NBR 15575-1:2025 – Edificações Habitacionais – Desempenho estabelece requisitos mínimos de durabilidade, estanqueidade e salubridade das edificações. Embora a UBS seja uma edificação pública, os princípios da norma são plenamente aplicáveis, uma vez que tratam do desempenho global da edificação ao longo de sua vida útil.

A presença de umidade ascendente comprometeria diretamente o atendimento a esses requisitos, justificando tecnicamente a adoção do sistema impermeabilizante analisado.

Além disso, a ABNT NBR 9574:2008 – Execução de Impermeabilização orienta quanto à correta preparação das superfícies, métodos de aplicação, controle de qualidade e inspeção dos serviços, aspectos observados durante a execução do sistema na obra estudada.

Dessa forma, verifica-se que a solução adotada atende não apenas a critérios práticos de obra, mas também aos requisitos normativos exigidos para edificações públicas.

4 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, com abordagem qualitativa e quantitativa, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, análise normativa e estudo de caso em uma obra pública. Segundo Gil (2008), a pesquisa aplicada tem como finalidade produzir conhecimentos voltados à solução de problemas específicos, característica compatível com a avaliação técnica dos sistemas de impermeabilização empregados na Unidade Básica de Saúde no presente estudo.

Quanto aos objetivos, a pesquisa classifica-se como descritiva e explicativa. De acordo com Gil (2008), pesquisas descritivas buscam caracterizar fenômenos e suas variáveis, enquanto pesquisas explicativas procuram identificar os fatores que determinam ou influenciam sua ocorrência. Nesse contexto, o estudo descreve os sistemas de impermeabilização empregados e analisa os critérios técnicos e normativos que fundamentaram sua especificação e aplicação.

A abordagem metodológica apresenta caráter qualitativo, ao analisar aspectos técnicos, normativos e executivos relacionados aos sistemas impermeabilizantes, e quantitativo, ao utilizar informações referentes às áreas impermeabilizadas, consumo de materiais e custos estimados, permitindo complementar a avaliação técnica com uma análise econômica. Conforme Lakatos e Marconi (2021), a combinação de abordagens qualitativas e quantitativas possibilita uma compreensão mais ampla do objeto de estudo.

O desenvolvimento da pesquisa fundamentou-se em revisão bibliográfica, consulta às normas técnicas da ABNT e estudo de caso. Segundo Yin (2015), o estudo de caso é apropriado quando se busca investigar um fenômeno contemporâneo em seu contexto real, característica que justifica sua aplicação na avaliação do sistema de impermeabilização executado na obra analisada.

4.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O desenvolvimento do trabalho seguiu as seguintes etapas metodológicas:

4.1.1 LEVANTAMENTO DE DADOS DA OBRA

Nesta etapa foi realizado o levantamento de dados técnicos da obra estudada, por meio de análise de projetos, documentos técnicos, relatórios de sondagem SPT, registros fotográficos e informações fornecidas pela equipe técnica responsável pela execução da obra.

Foram coletados dados referentes a:

- Características do sistema construtivo;
- Tipologia das fundações (radier estrutural);
- Tipo de alvenaria de vedação;
- Condições geotécnicas do terreno;
- Sistemas de impermeabilização especificados e executados;
- Procedimentos executivos adotados;
- Áreas impermeabilizadas e consumo de materiais.

Esse levantamento possibilitou a caracterização precisa do contexto técnico da obra, essencial para o desenvolvimento dos estudos de caso.

4.1.2 ANÁLISE GEOTÉCNICA APLICADA

Com base no relatório de sondagem SPT disponível, realizou-se a análise das condições geotécnicas do terreno, considerando o perfil estratigráfico, o tipo de solo predominante e a presença de lençol freático raso. Essa análise foi utilizada como subsídio técnico para justificar a necessidade de impermeabilização dos elementos em contato direto com o solo, especialmente o radier e a base das paredes de alvenaria.

A interpretação dos dados geotécnicos foi realizada de forma aplicada, relacionando diretamente as características do solo com os riscos de umidade ascendente e manifestações patológicas, sem aprofundamento excessivo em conceitos geotécnicos já consolidados na literatura.

4.1.3 DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS DE CASO

O núcleo metodológico do trabalho consiste no desenvolvimento de estudos de caso, adotados como estratégia de investigação para análise detalhada das soluções de impermeabilização aplicadas na obra.

Foram elaborados dois estudos de caso principais:

- Impermeabilização da base das paredes de alvenaria;
- Impermeabilização do radier estrutural.

Para cada estudo de caso, foram analisados:

- O contexto técnico e construtivo;
- As condições de exposição à umidade;
- O sistema impermeabilizante adotado;
- O procedimento executivo;
- Integração entre os sistemas;
- Os aspectos normativos envolvidos;
- Os custos estimados de execução.

Essa abordagem permitiu avaliar, de forma prática, a eficiência e a coerência das soluções adotadas, relacionando-as diretamente aos objetivos do trabalho.

4.1.4 REGISTRO FOTOGRÁFICO E ANÁLISE QUALITATIVA DA EXECUÇÃO

Foram realizadas visitas técnicas durante a execução da alvenaria para o levantamento de dados. Posteriormente, ocorreram três visitas durante a impermeabilização da alvenaria e quatro durante a impermeabilização do radier. As visitas ocorreram em datas subsequentes, e o intervalo entre as etapas foi de cinco meses.

Durante a execução dos serviços de impermeabilização, foram utilizados registros fotográficos como instrumento metodológico para documentar as etapas do processo executivo, verificar a conformidade da aplicação e subsidiar a análise qualitativa dos serviços realizados.

As imagens foram analisadas considerando critérios como uniformidade da aplicação, continuidade do sistema impermeabilizante, tratamento das interfaces e aderência às recomendações do fabricante e às normas técnicas.

4.1.5 ANÁLISE ECONÔMICA

A análise econômica foi realizada com base em valores do SINAPI, considerando o custo dos materiais impermeabilizantes, a mão de obra envolvida e as áreas efetivamente impermeabilizadas.

A partir desses dados, foi determinado o custo por metro quadrado das soluções adotadas.

São considerados valores de mão de obra para execução de cada serviço,

podendo alterar principalmente o tempo de execução, e pesquisa com fornecedores para comparar o preço dos insumos.

Essa análise foi utilizada para evidenciar o investimento inicial em impermeabilização preventiva, permitindo avaliar a viabilidade econômica das soluções aplicadas, especialmente no contexto de obras públicas.

4.1.6 ANÁLISE INTEGRADA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Por fim, os dados obtidos nos estudos de caso foram analisados de forma integrada, considerando a continuidade entre a impermeabilização do radier e da alvenaria, os impactos no desempenho global da edificação e os benefícios técnicos e econômicos associados à adoção das soluções preventivas.

Essa etapa permitiu consolidar os resultados do trabalho, identificar boas práticas de engenharia e reforçar a importância do planejamento e da execução adequada dos sistemas de impermeabilização em edificações públicas.

4.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Como limitação metodológica, destaca-se que os dados econômicos utilizados são estimados, podendo variar conforme condições de mercado, região e fornecedores.

Embora a revisão bibliográfica contemple aplicações de impermeabilização em diferentes tipologias construtivas, incluindo edificações residenciais, o estudo de caso foi desenvolvido em uma Unidade Básica de Saúde (UBS). A escolha dessa edificação ocorreu em razão da disponibilidade de acompanhamento técnico da execução, acesso aos dados construtivos e relevância das condições de exposição à umidade observadas no empreendimento.

Não foi realizado ensaio de estanqueidade no sistema de impermeabilização acompanhado neste estudo de caso.

Dessa forma, não foi possível verificar experimentalmente o desempenho do sistema quanto à efetiva estanqueidade após sua execução. Essa ausência constitui uma limitação do estudo, especialmente considerando a importância desse tipo de verificação para a avaliação do desempenho de sistemas impermeabilizantes.

Consequentemente, os resultados apresentados neste trabalho não devem ser interpretados como comprovação de atendimento integral às exigências

normativas ou como certificação do desempenho do sistema impermeabilizante. As conclusões estão restritas à análise das soluções especificadas, dos procedimentos executivos observados e das condições aparentes registradas durante o acompanhamento da obra.

Os critérios empregados na avaliação foram predominantemente visuais e qualitativos, abrangendo aspectos como cobertura da superfície, continuidade da camada impermeabilizante, uniformidade da aplicação e identificação de bolhas, falhas ou outras discontinuidades aparentes.

Quando disponíveis nos documentos técnicos e nas especificações do fabricante, parâmetros mensuráveis, como consumo de material e espessura prevista, foram utilizados como referências complementares. Entretanto, não foram realizados ensaios específicos destinados à comprovação quantitativa da estanqueidade do sistema.

O estudo não contempla o monitoramento de longo prazo do comportamento da impermeabilização após a conclusão e entrada em uso da edificação.

Assim, a análise concentra-se na especificação, nos procedimentos executivos e nas condições observadas durante a construção, não sendo possível, dentro do período analisado, avaliar manifestações patológicas que eventualmente possam surgir ao longo da vida útil da edificação.

5 ESTUDO DE CASO – IMPERMEABILIZAÇÃO EM OBRA PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE CARMO DO RIO CLARO/MG

A impermeabilização em edificações públicas assume papel estratégico, uma vez que tais construções são projetadas para atender muitos usuários, demandando elevados níveis de durabilidade, salubridade e desempenho ao longo de sua vida útil.

Em unidades de saúde, como as Unidades Básicas de Saúde (UBS), essa exigência torna-se ainda mais relevante, pois a presença de umidade, infiltrações e mofo pode comprometer não apenas a integridade da edificação, mas também as condições sanitárias e o conforto ambiental, impactando diretamente a saúde dos usuários e dos profissionais que utilizam o espaço diariamente.

Esse estudo de caso tem como objetivo analisar, de forma detalhada, as soluções de impermeabilização adotadas no radier e na base das paredes de uma Unidade Básica de Saúde (UBS), localizada no município de Carmo do Rio Claro/MG, ilustrada na Figura 10, obra pública em execução no período de 2025 a 2026.

A análise contempla a impermeabilização do radier, considerando sua função na proteção da edificação contra a umidade proveniente do solo, bem como a impermeabilização da base da alvenaria de vedação, destinada principalmente à prevenção da umidade ascendente por capilaridade.

Esses elementos apresentam relevância para o desempenho e a durabilidade da edificação, uma vez que falhas ou descontinuidades nos sistemas de impermeabilização podem favorecer o surgimento de manifestações patológicas associadas à presença de umidade.

Figura 10 - Obra de Unidade Básica de Saúde



Fonte: Arquivo próprio (2026).

A escolha desse estudo de caso justifica-se pela combinação de fatores técnicos relevantes, como a presença de solo argiloso, nível d'água raso identificado em sondagem SPT, sistema de fundação em radier e alvenaria em contato direto com o aterro compactado.

Tais condições configuram um cenário típico de risco para o surgimento de manifestações patológicas relacionadas à umidade, tornando a análise da solução adotada particularmente pertinente do ponto de vista técnico, normativo e econômico.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA E DO SISTEMA CONSTRUTIVO

A obra analisada refere-se à construção de uma Unidade Básica de Saúde (UBS), classificada como edificação pública estadual, situada no município de Carmo do Rio Claro, no estado de Minas Gerais.

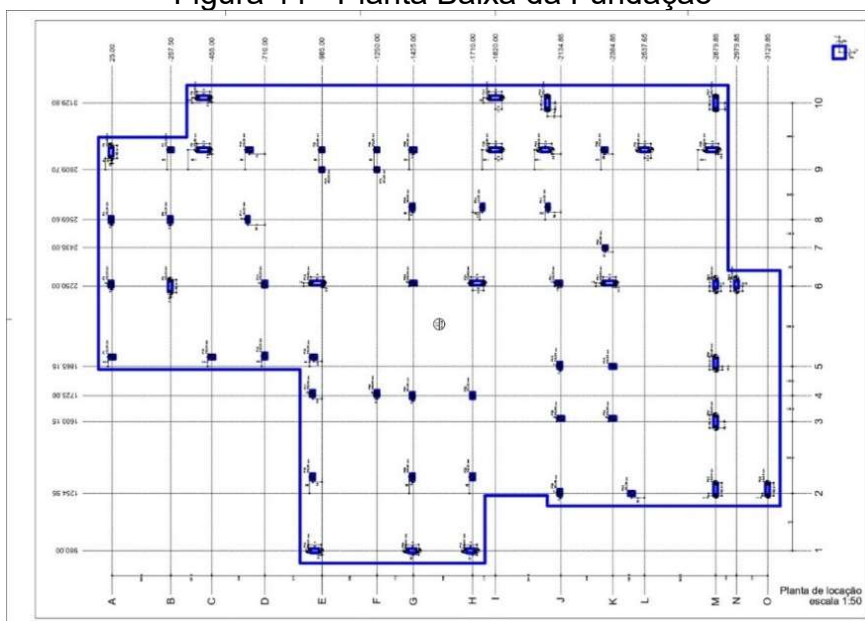
A edificação foi concebida para funcionamento contínuo, com atendimento diário à população, o que exige elevados padrões de durabilidade e facilidade de manutenção.

O sistema estrutural adotado é composto por estrutura em concreto armado, com fundação do tipo radier, solução amplamente utilizada em edificações térreas e de pequeno a médio porte, especialmente em terrenos com capacidade de suporte adequada e necessidade de distribuição uniforme das cargas.

O radier atua simultaneamente como elemento estrutural e base de apoio para as paredes de vedação.

Na Figura 11, é possível verificar a planta baixa da fundação executada no local do estudo de caso.

Figura 11 - Planta Baixa da Fundação



Fonte: Arquivo próprio (2026).

As vedações verticais são executadas em alvenaria de blocos cerâmicos de vedação, com espessura de 11,5 cm, assentados com argamassa convencional.

Essas paredes encontram-se em contato direto com o sistema de fundação e com o aterro compactado, condição que favorece a migração de umidade do solo para os elementos construtivos superiores.

No momento da execução da impermeabilização analisada neste estudo, a obra encontrava-se na fase de execução das lajes e da alvenaria de vedação, caracterizando a etapa de obra bruta.

A escolha por executar a impermeabilização ainda nessa fase revela uma abordagem preventiva, alinhada às boas práticas de engenharia, uma vez que permite maior eficiência do sistema e evita intervenções corretivas futuras.

5.2 CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DO TERRENO

A caracterização geotécnica do terreno foi realizada por meio de sondagem de simples reconhecimento com SPT (ilustrada na Figura 12) conforme os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 6484:2020.

O relatório técnico de sondagem contemplou dois furos (F01 e F02), permitindo a análise do perfil estratigráfico e das condições de resistência do solo

nas camadas superficiais.

As Figuras 13, 14 e 15 ilustram, respectivamente, a locação e os resultados obtidos a partir dos furos.

Figura 12 - Realização da Sondagem

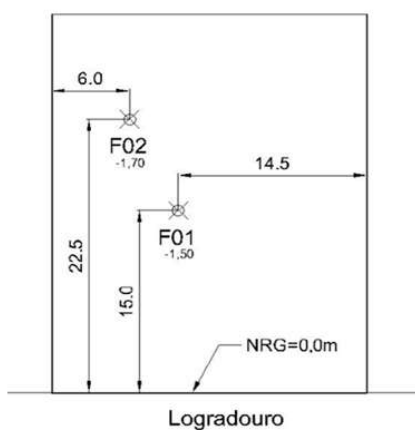


Fonte: Arquivo próprio (2026).

Figura 13 - Locação dos Furos 01 e 02

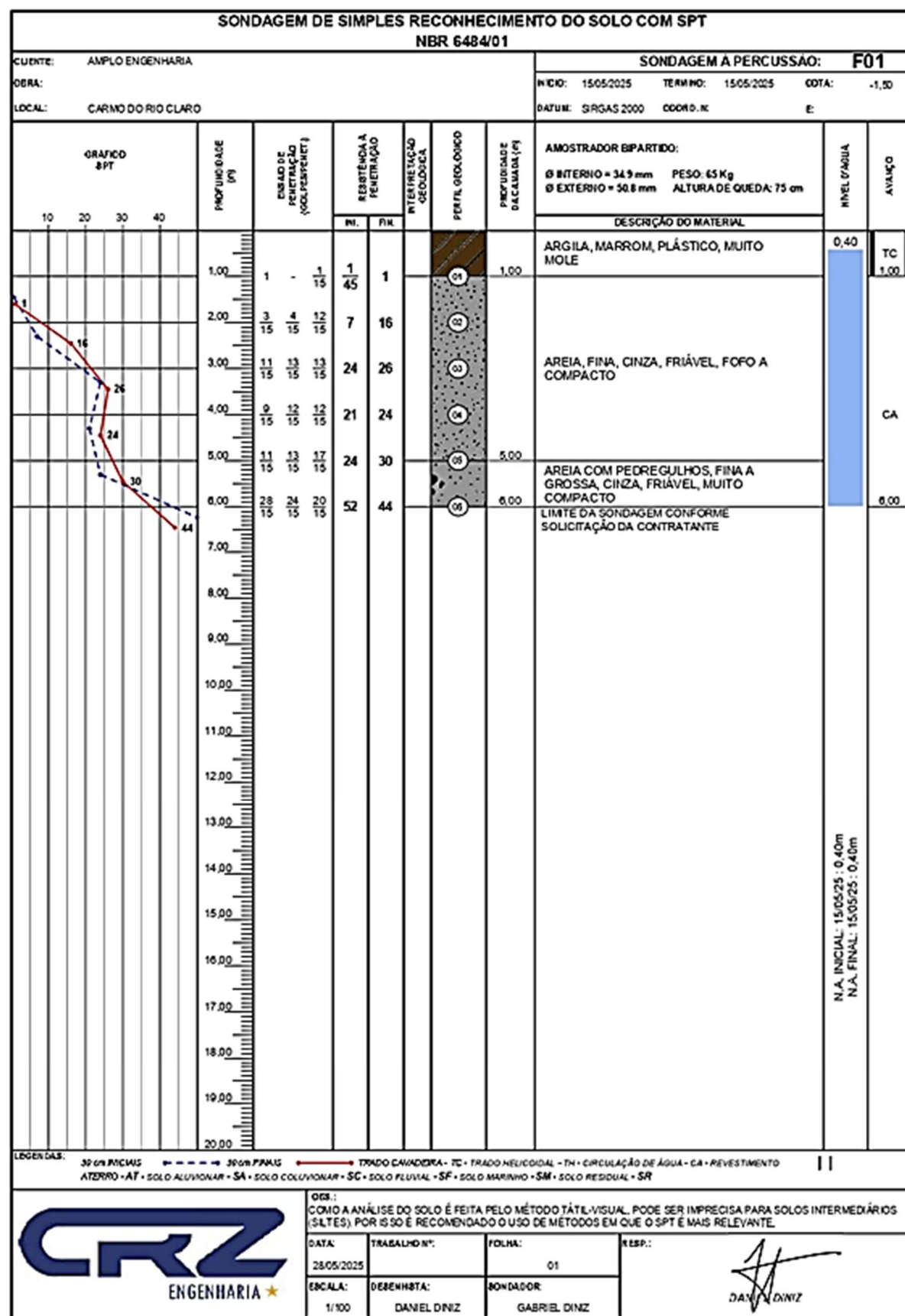
RELATÓRIO N°: 287-020/25
LOCAL: CARMO DO RIO CLARO

LOCAÇÃO ESQUEMÁTICA
[SEM ESCALA]



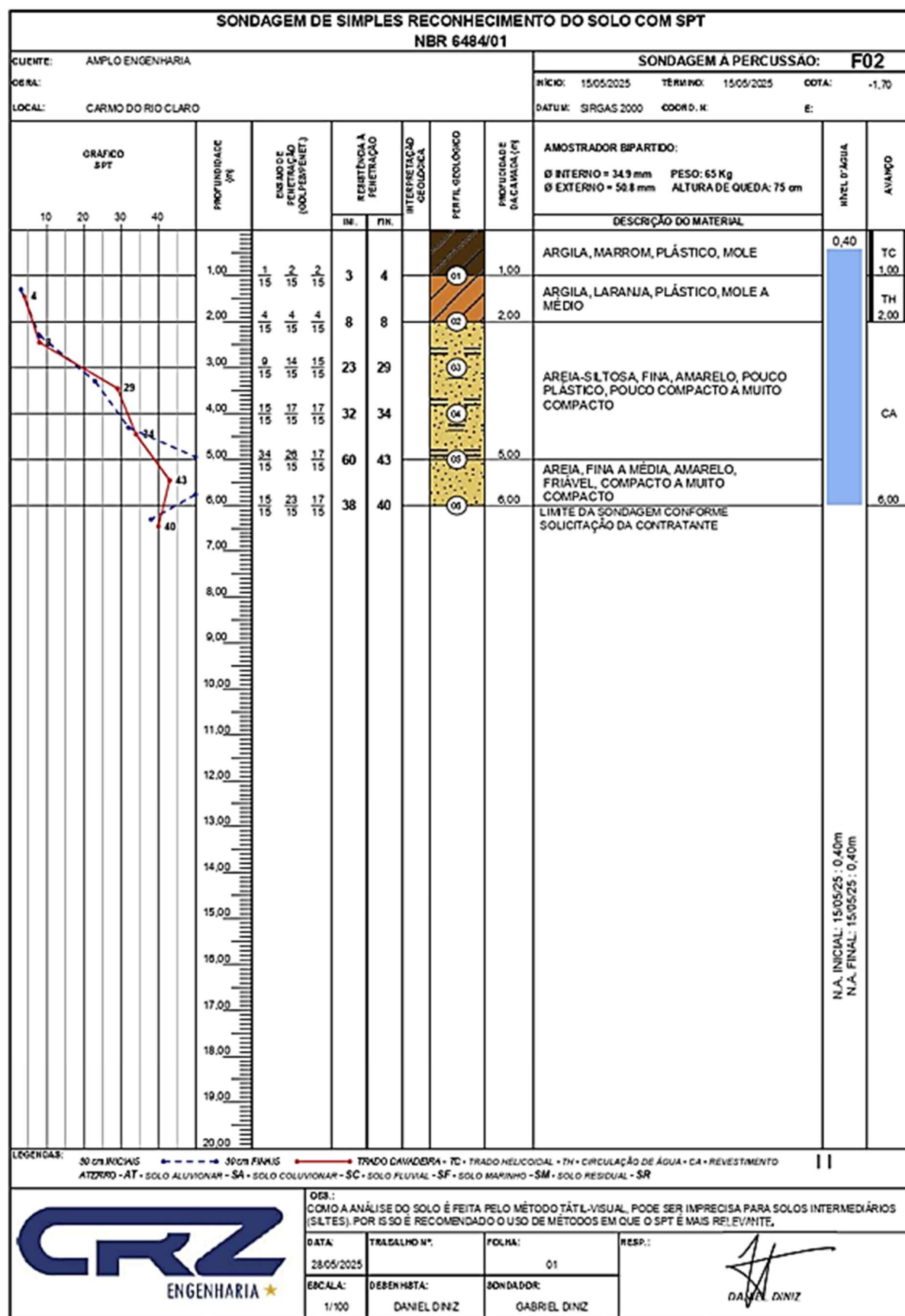
Fonte: Arquivo próprio (2026).

Figura 14 - Dados do Furo 01



Fonte: Arquivo próprio (2026).

Figura 15 - Dados do Furo 02



Fonte: Arquivo próprio (2026).

Os resultados indicaram a presença de uma camada superficial composta predominantemente por solo argiloso de consistência mole a muito mole, seguida por camadas de areia fina a média, apresentando variação de compactação de fofa a muito compacta com o aumento da profundidade.

Esse tipo de perfil estratigráfico é característico de solos com elevada capacidade de retenção de umidade, especialmente nas camadas argilosas superficiais.

Um aspecto de grande relevância identificado no estudo foi a presença de nível d'água a aproximadamente 0,40 m de profundidade, medido 24 horas após a execução da sondagem.

A presença de nível d'água relativamente raso e de solo predominantemente argiloso no terreno natural representa uma condição relevante para a análise da umidade no local.

Entretanto, considerando que a implantação da edificação foi realizada sobre aterro com aproximadamente 2,00 m de altura e que o radier possui cerca de 0,25 m de espessura, sua posição final encontra-se acima do nível d'água identificado na sondagem.

Dessa forma, a possibilidade de ascensão da umidade até os elementos da edificação depende também das características do material empregado no aterro, como granulometria, porosidade, compactação e capacidade de transporte capilar, além das condições de drenagem existentes.

Do ponto de vista da engenharia de edificações, essa condição geotécnica representa um fator crítico de risco para o surgimento de manifestações patológicas em paredes de alvenaria apoiadas diretamente sobre fundações rasas.

Sem a adoção de barreiras impermeáveis adequadas, a umidade pode ascender pelas paredes, comprometendo revestimentos, acabamentos e a durabilidade dos materiais, além de gerar ambientes insalubres.

5.3 DIAGNÓSTICO DE RISCOS E MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POTENCIAIS

A partir da análise do sistema construtivo e das condições geotécnicas do terreno, foi possível identificar um cenário de alto risco para a ocorrência de umidade ascendente por capilaridade.

Esse fenômeno ocorre quando a água presente no solo é absorvida pelos

materiais porosos da fundação e da alvenaria, migrando verticalmente ao longo das paredes.

A infiltração por capilaridade ascendente pode desencadear diversas manifestações patológicas nas edificações, especialmente em elementos construtivos em contato direto com o solo (ARAÚJO; SOUZA; LIMA; SAMPAIO; SANDES, 2022).

Entre os problemas mais frequentes destacam-se o surgimento de manchas de umidade, eflorescências, destacamento de pinturas e revestimentos, desagregação de argamassas e proliferação de fungos e bolores (ARAÚJO; SOUZA; LIMA; SAMPAIO; SANDES, 2022).

Em uma Unidade Básica de Saúde, essas manifestações patológicas assumem gravidade ainda maior, pois comprometem o conforto térmico e hidrotérmico dos ambientes, além de representarem riscos à saúde pública.

Ambientes com presença de mofo e umidade são reconhecidamente prejudiciais, sobretudo para pessoas com problemas respiratórios, idosos e crianças, público frequentemente atendido em UBS.

5.4 ESCOLHA DO SISTEMA IMPERMEABILIZANTE

O sistema impermeabilizante escolhido para a base das paredes foi o ResiPrimer-E, produto fabricado pela empresa Resimat, classificado como impermeabilizante flexível aplicado a frio, à base de emulsão asfáltica modificada.

Trata-se de um produto amplamente utilizado como barreira contra umidade ascendente em fundações, baldrame, radier e alvenarias em contato com o solo.

Do ponto de vista técnico, o ResiPrimer-E apresenta características que justificam sua escolha para o caso analisado, tais como aderência a substratos minerais, capacidade de formar uma película contínua e impermeável, flexibilidade suficiente para acompanhar pequenas movimentações estruturais, resistência à umidade permanente proveniente do solo e aplicação simples, sem necessidade de equipamentos especiais.

Na Figura 16, são demonstradas as características do produto fornecida pelo fabricante.

Figura 16 - Características e Rendimento Segundo a Fabricante

ENSAIO	ESPECIFICAÇÃO
Densidade	~1.45 kg/l
Base Química	asfaltos emulsionados com elastômeros
Aspecto/Cor	Emulsão líquida Úmido: Marrom Curado: Preto
Secagem ao toque	Média: 2h
Intervalo entre demãos	2 a 4 horas
Diluição	Aplicação puro ao no máximo 10% em água
Rendimento	0,5kg/m ² por demão
Áreas de uso	Lajes, banheiros, varandas, áreas frias, baldrame

Fonte: Adaptado de Resimat (2021).

A flexibilidade do sistema é um fator determinante, especialmente em obras com fundação em radier, onde podem ocorrer pequenas deformações diferenciais decorrentes de variações de carregamento ou comportamento do solo.

Diferentemente dos sistemas rígidos, que podem fissurar nessas condições, o sistema flexível mantém sua estanqueidade ao longo do tempo.

Nas Figuras 17 e 18 é possível observar a textura e a cor do produto antes de sua aplicação, já na Figura 19 é retratado o rótulo com suas recomendações de utilização.

Figura 17 - Produto Utilizado (RESIPRIMER-E)



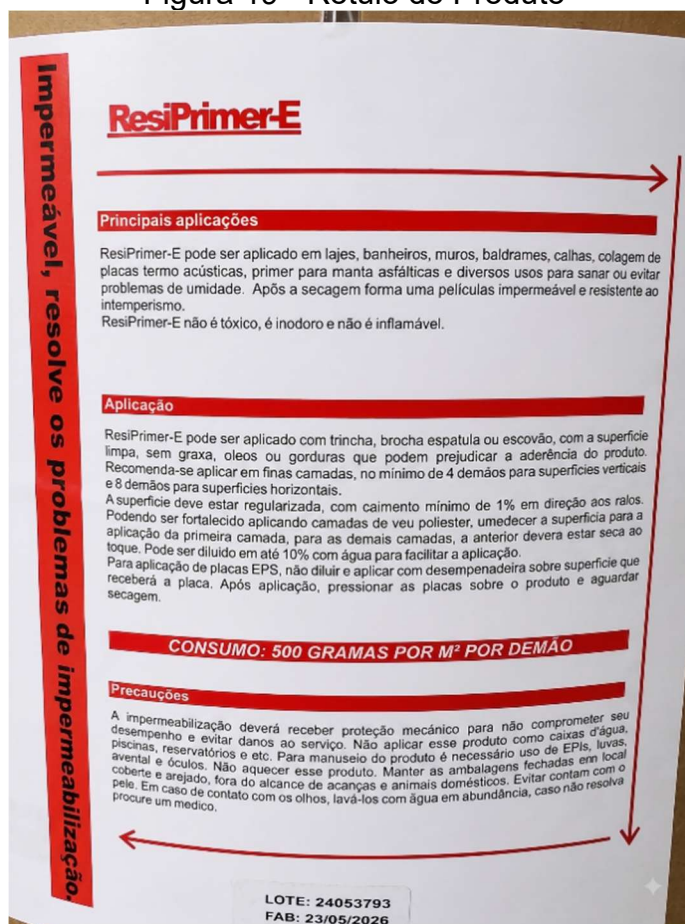
Fonte: Arquivo próprio (2026).

Figura 18 - Produto ao ser Retirado da Embalagem



Fonte: Arquivo próprio (2026).

Figura 19 - Rótulo do Produto



Fonte: Arquivo próprio (2026).

A execução da impermeabilização foi realizada em etapa anterior ao reboco das paredes, conforme recomendação normativa e do fabricante.

Inicialmente, procedeu-se à limpeza da superfície, removendo poeira, partículas soltas e resíduos de argamassa, garantindo uma base seca e adequada para aplicação do produto.

Nas Figuras 20 e 21 são retratadas as paredes de alvenaria após a aplicação do produto.

Figura 20 - Impermeabilização da Alvenaria Interna



Fonte: Arquivo próprio (2026).

Figura 21 - Impermeabilização da Alvenaria Externa



Fonte: Arquivo próprio (2026).

A aplicação do ResiPrimer-E foi realizada manualmente, utilizando brocha, método adequado para esse tipo de produto e compatível com a geometria das superfícies.

Foram aplicadas quatro demãos cruzadas, assegurando cobertura uniforme. Entretanto, verificou-se o não cumprimento das recomendações do fabricante, que determina a aplicação da primeira demão com diluição em água na proporção 1:1, seguida das demais aplicações conforme a utilização.

A ficha técnica oficial do ResiPrimer-E recomenda, em áreas sujeitas a movimentação ou de grandes dimensões, maiores que 50 m², a colocação de tela de poliéster malha 2 × 2 após a primeira demão.

O radier analisado é claramente uma área de grande dimensão, porém no estudo de caso não foi aplicada, gerando uma divergência entre o procedimento adotado e as orientações da fabricante.

A faixa impermeabilizada apresentou altura aproximada de 90 cm a partir da base da parede, valor superior ao mínimo usualmente adotado, proporcionando maior segurança contra variações do nível de umidade do solo.

Essa decisão técnica demonstra uma abordagem conservadora e preventiva, alinhada às boas práticas de engenharia.

Na Figura 22 é possível observar a altura de aplicação do produto.

Figura 22 - Impermeabilização da Alvenaria de Vedação



Fonte: Arquivo próprio (2026).

A decisão pela impermeabilização do radier foi diretamente influenciada pelas condições geotécnicas identificadas no estudo SPT, que indicaram a presença de lençol freático raso, associado a camadas superficiais de solo argiloso. Esse tipo de solo apresenta elevada capacidade de retenção de água, favorecendo a permanência de umidade junto à fundação.

De acordo com os critérios de classificação estabelecidos pela ABNT NBR 9575:2010, a impermeabilização das fundações da edificação enquadra-se, na condição final de execução da obra, como um sistema submetido predominantemente à umidade do solo, com possibilidade de atuação de água de percolação e de umidade por capilaridade.

Para cálculo da pressão hidrostática é utilizada a fórmula:

$$P = \gamma_w \cdot h \quad (\text{Equação 1})$$

sendo:

P = pressão hidrostática;

γ_w = peso específico da água (9,81 kN/m³);

h = altura da coluna de água acima do ponto analisado (m).

Embora a sondagem SPT tenha identificado o nível do lençol freático a aproximadamente 0,40 m da superfície natural do terreno, a execução de um aterro com altura média de 2,00 m, seguida da implantação do radier com espessura de 0,25 m, elevou a cota da fundação acima do nível d'água identificado.

Dessa forma, não há atuação permanente de água sobre a impermeabilização, caracterizando pressão hidrostática positiva nula (0 kPa) na condição de serviço da estrutura.

Assim, a escolha de um sistema impermeabilizante flexível foi tecnicamente justificada pela necessidade de proteção contra a umidade do solo, a possível ascensão por capilaridade e a água de percolação, em conformidade com os critérios de seleção previstos na ABNT NBR 9575.

Nesse contexto, a impermeabilização do radier não foi concebida como uma solução corretiva, mas como medida preventiva fundamentada em diagnóstico geotécnico, alinhada ao princípio de durabilidade das estruturas e ao uso racional dos recursos públicos.

O radier da edificação foi executado como fundação estrutural definitiva, em concreto armado, com espessura de 25 cm, apoiado sobre camada de brita assentada sobre aterro compactado. Essa configuração confere ao sistema boa capacidade de

distribuição de cargas e controle de recalques, porém não elimina a interação direta com a umidade do solo. Na Figura 23 é demonstrada a execução do radier no local do estudo de caso.

Do ponto de vista do comportamento estrutural, o radier está sujeito a pequenas deformações diferenciais decorrentes da variabilidade do solo de apoio, retração do concreto e variações térmicas. Essas movimentações, embora geralmente pequenas, são suficientes para comprometer sistemas impermeabilizantes rígidos, caso sejam utilizados de forma inadequada.

Assim, o comportamento esperado do radier ao longo da vida útil da edificação reforça a necessidade de adoção de um sistema impermeabilizante flexível, capaz de acompanhar tais deformações sem perda de estanqueidade, preservando a integridade do sistema ao longo do tempo.

A fundação da obra analisada não deve ser compreendida apenas como um elemento de fundação responsável pela distribuição de cargas ao solo, mas também como parte integrante do sistema global de proteção contra a umidade da edificação.

Em edificações térreas, especialmente aquelas implantadas sobre solos com presença de lençol freático raso, o radier atua como a principal interface entre o meio externo úmido e os ambientes internos da construção.

Figura 23 - Radier da Obra em Execução



Fonte: Arquivo próprio (2026).

Diferentemente de fundações profundas, nas quais os elementos estruturais se encontram parcialmente isolados do contato direto com a umidade superficial do solo, o radier permanece em contato contínuo com o terreno e sujeito à percolação de água ao longo do tempo.

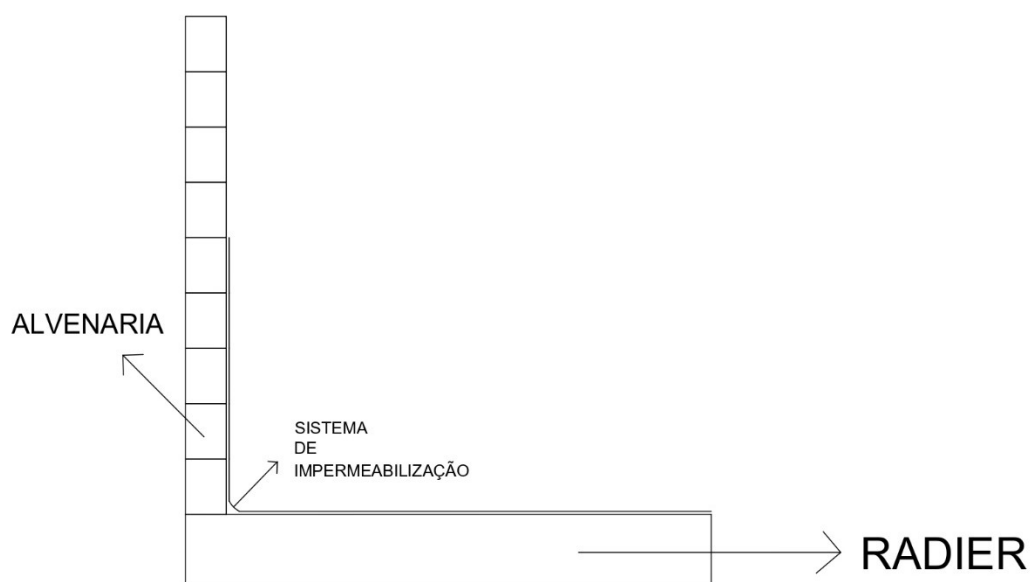
Dessa forma, reforça-se a necessidade de tratá-lo como elemento crítico do ponto de vista da estanqueidade, e não apenas estrutural.

No caso da UBS de Carmo do Rio Claro/MG, essa abordagem integrada mostrou-se ainda mais relevante, uma vez que o sistema de alvenaria de vedação se apoia diretamente sobre o radier, criando um caminho potencial para a migração de umidade caso não houvesse continuidade adequada do sistema impermeabilizante.

A opção pela utilização do mesmo sistema impermeabilizante empregado na alvenaria, no caso o ResiPrimer-E, teve como principal objetivo garantir continuidade e compatibilidade entre os elementos construtivos. A utilização de sistemas distintos poderia gerar descontinuidades, diferenças de comportamento mecânico e maior risco de falhas na interface radier–parede.

A Figura 24 mostra em detalhes o objetivo de continuidade do sistema.

Figura 24 - Detalhe Esquemático do Sistema Impermeabilizante



Fonte: Arquivo próprio (2026).

O produto, classificado como impermeabilizante flexível à base de emulsão asfáltica, apresenta propriedades adequadas para aplicação sobre concreto estrutural.

Sua flexibilidade permite acomodar pequenas movimentações do substrato, característica essencial em fundações rasas como o radier.

Além disso, a aplicação a frio e a facilidade de execução contribuem para a redução de riscos operacionais durante a obra, aspecto relevante em edificações públicas, onde a padronização e o controle dos processos executivos são fundamentais.

A execução da impermeabilização do radier (Figura 25) foi realizada após a cura adequada do concreto estrutural, garantindo que o substrato apresentasse resistência suficiente e ausência de umidade superficial excessiva.

A superfície foi previamente limpa, removendo poeira, resíduos de concreto e partículas soltas que pudessem comprometer a aderência do sistema.

Figura 25 - Impermeabilização do Radier



Fonte: Arquivo próprio (2026).

Após a execução da impermeabilização, o radier vai receber uma camada de proteção mecânica (contrapiso), e então será executada a proteção definitiva por meio de piso em granilite, que desempenha a função de acabamento.

O granilite, por apresentar elevada resistência à abrasão e ao tráfego, é compatível com o uso intenso previsto para uma UBS.

A proteção mecânica é elemento essencial para a durabilidade do sistema impermeabilizante, evitando danos por impacto, desgaste ou intervenções futuras.

Sua adoção atende às recomendações normativas e assegura que a impermeabilização mantenha seu desempenho ao longo do ciclo de vida da edificação.

A aplicação do impermeabilizante foi realizada com brocha, em quatro demãos, mantendo a proporção de consumo adotada na impermeabilização das paredes, assegurando uniformidade do sistema em toda a edificação.

O intervalo entre demãos foi de duas horas e respeitou as recomendações do fabricante, permitindo a formação adequada da película impermeável.

Os critérios de aceitação considerados durante a execução incluíram:

- Cobertura total da superfície do radier;
- Ausência de falhas visuais, bolhas ou descontinuidades;
- Continuidade da impermeabilização na interface com a alvenaria;
- Espessura compatível com o consumo previsto.

5.5 ANÁLISE ECONÔMICA DA SOLUÇÃO ADOTADA

A análise econômica da impermeabilização da alvenaria executada foi possível a partir de dados fornecidos pelos executores e pesquisas em bases de custos. A área total de alvenaria impermeabilizada foi de 388,18 m², utilizando-se 16 baldes de 50 kg do produto ResiPrimer-E (dados fornecidos pela empresa responsável pela execução).

Para base de custos com mão de obra, foi utilizada a tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) que é a principal base de dados oficial do Brasil para custos e índices de referência na construção civil, gerido em parceria pela Caixa Econômica Federal e pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Foi utilizada a composição SINAPI: 98555, contemplada por C-88270 “IMPERMEABILIZADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES”, C-88243 “AJUDANTE ESPECIALIZADO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES” e tem como insumo I-135 “ARGAMASSA POLIMÉRICA IMPERMEABILIZANTE SEMIFLEXÍVEL, BICOMPONENTE, À BASE DE CIMENTO E ADITIVOS”, onde “C” quer dizer composição e “I” significa insumo, seguido pela numeração da composição.

Os custos listados são uma média nacional conforme base SINAPI 05/2026 (Não Desonerado).

Segundo a tabela não desonerada SINAPI (05/2026) o valor em hora de um “IMPERMEABILIZADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES” é de R\$ 35,87, e o valor de um “AJUDANTE ESPECIALIZADO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES” é de R\$ 32,35.

Como para esse estudo não será utilizado o mesmo insumo da composição, foi levado em conta apenas as composições relacionadas à mão de obra.

Cada aplicação necessitou de oito horas de um ajudante e um impermeabilizador, resultando no custo de R\$ 545,76 por demão, considerando quatro demãos temos um valor de R\$ 2.183,04 com mão de obra.

Em contato com a distribuidora IMPERMATEX, indicada pelos executores como fornecedora do produto, na data de 15/03/2026 o valor informado foi de R\$ 280,00 por balde, resultando em um custo total de R\$ 4.480,00 com material.

Dessa forma, o custo total da impermeabilização foi de R\$ 6.663,04 o que corresponde a um custo aproximado de R\$ 17,16/m².

A relação quantidade de produto por metro quadrado na impermeabilização da alvenaria foi de 2,06 kg/m².

Para o radier, a mesma pesquisa foi realizada, na data de 29 de abril de 2026, o valor de R\$280,00 por balde de 50 kg foi mantido, como foi utilizado 24 baldes para a impermeabilização o valor gasto em material foi de R\$ 6.720,00 para a mão de obra.

Em entrevista com os responsáveis pela mão de obra, foi informado que foram gastas doze horas para a impermeabilização do radier, considerando um impermeabilizador e um ajudante especializado.

O custo com mão de obra para o radier segundo o SINAPI, seguindo a mesma metodologia adotada para a alvenaria, foi de R\$ 3.274,56. Sendo assim o custo total com a impermeabilização do radier foi de R\$ 9.994,56. Considerando sua área de 589,04 m² o valor por metro quadrado é de R\$16,97.

O rendimento do produto para essa etapa foi de 2,03 kg/m², mantendo a mesma média da alvenaria.

O valor total da impermeabilização do radier foi de R\$ 9.994,56 e da alvenaria de R\$ 6.663,04, sendo assim o custo total com impermeabilização nessa UBS foi de R\$ 16.657,60.

A execução tanto na alvenaria quanto no radier foi realizada em quatro demãos de produto.

Os custos associados à correção de manifestações patológicas em fundações e pisos internos, especialmente em edificações em operação, são significativamente superiores, envolvendo demolições, paralisação de atividades e impactos diretos ao serviço público prestado. Assim, a impermeabilização preventiva do radier apresenta-se como solução economicamente racional e tecnicamente justificável.

5.6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS DO ESTUDO DE CASO

A análise do estudo de caso demonstra que a impermeabilização da base das paredes da UBS de Carmo do Rio Claro/MG foi uma decisão técnica coerente, fundamentada em critérios geotécnicos, normativos e econômicos.

A presença de solo argiloso e nível d'água raso configurava um cenário de alto risco para a ocorrência de umidade ascendente, tornando indispensável a adoção de uma barreira impermeável eficiente.

O sistema flexível adotado apresentou compatibilidade com o sistema construtivo, facilidade de execução, baixo custo e elevado potencial de durabilidade, atendendo às necessidades funcionais da edificação.

6 CONCLUSÃO

Este trabalho abordou os principais aspectos relacionados às soluções de impermeabilização em edificações, com ênfase nas normas técnicas aplicáveis, critérios para escolha do tipo de sistema de impermeabilização e estudo de caso que evidencia as práticas e desafios enfrentados na construção civil.

A análise através de revisão bibliográfica juntamente com os dados obtidos no estudo de caso permitiu compreender a importância da impermeabilização para a durabilidade e segurança das edificações, bem como os impactos econômicos e técnicos das escolhas realizadas.

Através da caracterização dos sistemas de impermeabilização, e na análise das manifestações provenientes da sua má execução, foi possível entender e descrever o sistema adotado no local do estudo de caso.

Com base nos resultados deste estudo, verificou-se que a impermeabilização adequada do radier poderá contribuir diretamente para a melhoria do desempenho global da edificação, refletindo na durabilidade dos elementos estruturais, redução das manifestações patológicas associadas à umidade, garantia de condições hidrotérmicas dos ambientes, e menor necessidade de manutenção corretiva ao longo dos anos.

Em uma UBS, esses aspectos assumem relevância adicional, pois influenciam a preservação das condições físicas e sanitárias da edificação, a segurança sanitária e a preservação do patrimônio público.

Verificou-se que o custo de aplicação do produto, que girou em torno de R\$ 17,00/m², representa um valor extremamente acessível em comparação ao custo total da obra e gera expectativa de economia em longo prazo, devido à redução da necessidade de reparos. O custo total estimado na edificação com impermeabilização de alvenaria e radier foi de R\$ 16.657,60.

O estudo de caso reforça a importância de tratar a impermeabilização como parte essencial do sistema construtivo, especialmente em edificações públicas, onde a durabilidade, o desempenho e a racionalidade dos investimentos são fatores determinantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, C. **Reliability analysis of corrosion onset: initiation limit state.** Journal of Structural Integrity and Maintenance, v. 2, n. 4, p. 200–208, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/24705314.2017.1388693>. Acesso em: 7 jul. 2025.

ARAÚJO, Arthur de Souza Ferreira; SOUZA, João Mateus Sales de; LIMA, Stefany do Nascimento; SAMPAIO, Thiago de Andrade; SANDES, Yarly John. **Infiltração por capilaridade em residências unifamiliares.** Trabalho acadêmico - Centro Universitário UNA. 2022. Disponível em: <https://repositorio-api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/49e39ba6-9ae4-434c-bcb7-34d539ab24a1/content>. Acesso em: 24 jun. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118:2026: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.** Rio de Janeiro: ABNT, 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6484:2020: Solo – Sondagens de simples reconhecimento com SPT – Método de ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9574:2008: Execução de impermeabilização.** Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9575:2010: Impermeabilização – Seleção e projeto.** Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1:2025: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI.** Brasília, DF, 2026. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi>. Acesso em: 18 ago. 2026.

CUNHA, Larissa Palloma Oliveira da; SOUSA, Nívea Araújo de; ALVES, Tarcísio Pereira. **ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE IMPERMEABILIZAÇÃO POR MANTA ASFÁLTICA E MEMBRANA LÍQUIDA DE POLIURETANO.** 2023. Trabalho de conclusão de curso - Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, 2023. Disponível em: <https://www.grupounibra.com/repositorio/ENGCI/2023/analise-comparativa-entre-impermeabilizacao-por-manta-asfaltica-e-membrana-liquida-de-poliuretano.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2026.

EGGERS, Angelo Rodrigo. **Levantamento dos tipos de impermeabilizantes utilizados por construtoras na construção civil: estudo de caso.** 2019.

Trabalho de Conclusão de Curso – UNIJUÍ, 2019.
Disponível em: <https://bibliodigital.unijui.edu.br/items/382cd6db-7c9e-49e1-bb79-1b5b1046d52c>. Acesso em: 7 jul. 2025.

FERNANDES, Huízes Eustáquio; FERNANDES, Ítalo Célio R.; ROSA, Diego de Jesus Q. **A necessidade de impermeabilização na construção civil: estudo de caso na cidade Contagem, MG. Paramétrica**, v. 14, n. 2, 2022. Disponível em: <https://periodicos.famig.edu.br/index.php/parametrica/article/view/296/221>. Acesso em: 7 jul. 2025.

FIBERSALS, **Resina epóxi**. Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/tudo-sobre-impermeabilizacao-rigida/>. Acesso em: 23 jun. 2026.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. Disponível em: https://pdfdocumento.com/gil-a-c-metodos-e-tecnicas-de-pesquisa-social-blog-do-professor-_59f7b94d1723dddde0f3dc077.html. Acesso em 17 ago. 2026.

GONÇALVES, Danilo; SANTOS, Diego; FERREIRA, William. **Sistema de impermeabilização na construção civil com ênfase em fundação – estudo de caso**. 2021. Artigo Científico – Grupo Ânima Educação, 2021. Disponível em: <https://repositorio-api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/e309a0f7-d722-4cb7-899f-78096306ba15/content>. Acesso em: 8 ago. 2025.

IMPERLLAJE. **Impermeabilizante de Argamassa Polimérica**. Disponível em: <https://www.imperllaje.com.br/impermeabilizante-argamassa-polimerica>. Acesso em 23 jun. 2026.

IMPERMEABILIZAÇÃO, Vsr. **Membrana impermeabilizante líquida**. Disponível em: <https://www.vrsimpermeabilizacao.com.br/produtos/manta-asfaltica/membrana-impermeabilizante-liquida>. Acesso em 24 jun. 2026.

ISOTÉCNICA. **Impermeabilização de baldrame**. Disponível em: <https://isotecnica.com.br/baldrame.html>. Acesso em 24 jun. 2026.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021. Disponível em: https://cursosextensao.usp.br/pluginfile.php/300164/mod_resource/content/1/MC2019%20Marconi%20Lakatos-met%20cient.pdf. Acesso em 17 ago. 2026.

LIMA, Felipe. **O que é Teste de estanqueidade de impermeabilização?**. 24 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://atalaengenharia.com.br/blog/2023/01/24/o-que-e-teste-de-estanqueidade-de-impermeabilizacao/>. Acesso em: 23 jun. 2026.

LORENZET, Renata. **Projeto de impermeabilização de acordo com a NBR ABNT 9575/2010 aplicado a uma residência unifamiliar: uma análise de custos**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2023. Disponível em:

<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/33967>. Acesso em: 8 ago. 2025.

MENDONÇA JÚNIOR, Gabriel de Freitas. **Estudo de caso: ausência de impermeabilização em uma laje exposta e possíveis soluções**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso – UTFPR, 2019.

Disponível em:

<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24817/1/impermeabilizacaolajeexpostasolucoes.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.

MULLER, BETYNA. São Rafael Material de Construção. **Problema de Umidade na estrutura da Construção**. Disponível em:

<https://saorafaelconstrucao.com.br/problema-de-umidade-na-estrutura-da-construcao/>. Acesso em: 29 abr. 2026.

POSSAN, E. **Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/28923>. Acesso em: 23 jun. 2026.

QUARTZOLIT. **Impermeabilizante manta líquida branca Quartzolit**

Disponível em:

https://www.quartzolit.weber/blog/impermeabilizacao/impermeabilizante-manta-liquida-branca-quartzolit?cf_chl_f_tk=KLJ9tqLAREYAtFx1WH.JcvEs90wwV_6coMo4.0AZY0o-1783423317-1.0.1.1-GDfGr_tuScIEoMkxNhVOuZEygH0g1IQHBuFpCgRnSGQ. Acesso em: 07 jul. 2026.

REIS, Fábio Martins. **Estudo de caso: sistemas de impermeabilização**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Minas Gerais, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ifmg.edu.br/items/ade1694e-0e64-4bb7-a48e-3e672ffca522>. Acesso em: 10 out. 2025.

RESIMAT. **Emulsão elastomérica para impermeabilização de áreas frias e coberturas**. Disponível em: <https://resimat.com.br/wp-content/uploads/2021/04/FT-RESIPRIMER-E.pdf>. Acesso em 23 jun. 2026.

RIBEIRO, Juliana Vitorino. **Parâmetros e seleção de sistemas impermeabilizantes em laje de coberta: um estudo de caso de edifício residencial na cidade de João Pessoa/PB**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal da Paraíba, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/24855>. Acesso em: 10 jan. 2026.

RIGHI, Geovane Venturini. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7741>. Acesso em: 10 jan. 2026.

S.A IMPERMEABILIZAÇÕES. **Manta asfáltica para prédio: quais os principais benefícios?** Disponível em: <https://www.sa.srv.br/blog/2024/01/29/manta->

asfaltica-para-predio-quais-os-principais-beneficios/. Acesso em: 29 mar. 2026

SANTOS, Nícolas Fitarelli dos. **Avaliação das tomadas de decisão sobre diferentes sistemas de impermeabilização para áreas externas: estudo de caso**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2025. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/289893>. Acesso em: 14 abr. 2026.

SILVA, Celiane Mendes da; SILVA JUNIOR, Talvanes Lins e; HOLANDA, Erika Paiva Tenório. **Sistemas de impermeabilização na construção civil: caracterização, importância e métodos de execução**. Caderno de Graduação – Ciências Exatas e Tecnológicas – UNIT/AL, v. 5, n. 2, p. 315, 2019. Disponível em: <https://periodicosgrupotiradentes.emnuvens.com.br/cdgexatas/article/view/6803>. Acesso em: 14 abr. 2026.

TEIXEIRA, Hugo Rodrigues. **A importância dos sistemas de impermeabilização**. 2021. Artigo Científico – Grupo Ânima Educação, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/0ac6d5ee-e9cd-488b-be39-0972b5bd464c>. Acesso em: 14 abr. 2026.

TUUTTI, K. **Corrosion of Steel in Concrete**. Stockholm: Swedish Cement and Concrete Research Institute (CBI), 1982. Disponível em: <https://portal.research.lu.se/en/publications/corrosion-of-steel-in-concrete/>. Acesso em 21 jun. 2026.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Disponível em: http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/74304716/3-YIN-planejamento_metodologia.pdf. Acesso em 17 ago. 2026.