



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA  
CAMPUS BACABAL  
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

**ISIS DARLIANE MATOS SAMPAIO GONÇALVES**

**AVALIAÇÃO TÉCNICA DE RECUPERAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM  
ESTRUTURAS HOSPITALARES: estudo de caso laje de cobertura do  
hospital de retaguarda de Bacabal - MA**

Bacabal

2025

ISIS DARLIANE MATOS SAMPAIO GONÇALVES

**AVALIAÇÃO TÉCNICA DE RECUPERAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM  
ESTRUTURAS HOSPITALARES: estudo de caso laje de cobertura do  
hospital de retaguarda de Bacabal - MA**

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, no Curso de Engenharia Civil, como requisito parcial para obtenção do título de graduada em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Esp<sup>a</sup>. Nádia Isabelly Mesquita Lobo

Bacabal

2025

Gonçalves, Isis Darliane Matos Sampaio.

Avaliação técnica de recuperação da impermeabilização em estruturas hospitalares: estudo de caso laje de cobertura do hospital de retaguarda de Bacabal - MA / Isis Darliane Matos Sampaio Gonçalves. - Bacabal - MA, 2025.  
49 f.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil Bacharelado) - Universidade Estadual do Maranhão, Campus Bacabal, 2025.

Orientadora: Profa. Esp. Nádia Isabelly Mesquita Lobo.

1. Avaliação técnica. 2. Recuperação da impermeabilização. 3. Estruturas hospitalares. I. Título.

CDU: 699.82:614.21(812.1)

**ISIS DARLIANE MATOS SAMPAIO GONÇALVES**

**AVALIAÇÃO TÉCNICA DE RECUPERAÇÃO DA IMPERMEABILIZAÇÃO EM  
ESTRUTURAS HOSPITALARES: estudo de caso laje de cobertura do  
hospital de retaguarda de Bacabal - MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Engenharia Civil na Universidade  
Estadual do Maranhão, como requisito a obtenção  
do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 11/07/2025

BANCA EXAMINADORA:

**Profª. Esp. Nádia Isabelly Mesquita Lobo (Orientadora)**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

**Prof. Esp. Igor Borges Cipriano Saraiva**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

**Prof. Dr. Péricles Rafael Pavão Carvalho**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO

A Deus, por sua misericórdia  
infindável, e à Virgem Maria, por sua  
constante intercessão. Às minhas mães,  
Maria Luzia (in memoriam) e Maria das  
Dores, cuja dedicação tornou possível  
minha formação. Aos amigos, pelo  
apoio incondicional em cada etapa  
desta jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

É com profunda gratidão que registro, em primeiro lugar, a Deus, cuja misericórdia infindável me amparou em cada instante, sobretudo nos momentos mais desafiadores, renovando minhas forças e inspirando-me a perseverar. À Virgem Maria, cuja maternal intercessão acolheu minhas preces e conduziu-me com ternura, ofereço minha sincera devoção.

À minha mãe, Maria das Dores Matos Sampaio, e à minha avó, Maria Luzia Matos Sampaio (in memoriam), dedico meu reconhecimento mais sincero. Suas vidas exemplares, marcadas pela determinação, generosidade e pelo amor incondicional, foram faróis que iluminaram meu caminho e me impulsionaram a alcançar este marco acadêmico.

À minha família, cujo apoio solidário e incentivo constante sustentaram-me nos instantes de maior necessidade, expresso meu agradecimento pela presença amorosa e pelo estímulo inabalável.

Aos amigos de universidade e colegas de trabalho, que generosamente compartilharam seu tempo, dividiram desafios e colaboraram para que eu pudesse conciliar as demandas profissionais com os estudos, deixo meu reconhecimento pela valiosa companhia e compreensão.

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho, meu profundo reconhecimento e apreço.

“É preciso pedir-te mais:  
porque podes dar mais,  
e deves dar mais.  
Pensa nisso”.

São Josemaria Escrivá

## RESUMO

O presente trabalho tem como tema: Avaliação técnica de recuperação da impermeabilização em estruturas hospitalares: estudo de caso laje de cobertura do hospital de retaguarda de Bacabal – MA. Acerca da impermeabilização como algo relevante em ser notada para otimizar a ação de manifestações patológica da umidade na construção civil, pesquisas e registros envolvendo o contexto de mercado, no sentido de busca por qualidade da obra de engenharia pode ser realizada de maneira profissional com adoções de técnicas inovadoras em detrimento da perspectiva de entrega de um serviço em contento. Para tanto, objetivou-se avaliar de forma técnica a possibilidade de recuperação da impermeabilização em estruturas hospitalares, com base em um estudo de caso da laje de cobertura do hospital de retaguarda de Bacabal – MA. Em termos metodológicos, a pesquisa partiu de uma revisão bibliográfica, de natureza qualitativa, com apoio em um estudo de caso. Dessa forma, conclui-se que, no processo construtivo, é indispensável atentar-se aos aspectos técnicos, administrativos e legais previstos no projeto e em suas respectivas especificações. Destaca-se, sobretudo, a importância dos detalhes voltados à proteção da edificação contra agentes agressivos, como a umidade e o vapor, que podem comprometer sua durabilidade e funcionalidade ao longo do tempo.

**Palavras-chave:** Avaliação técnica; Recuperação da impermeabilização; Estruturas hospitalares.



## **ABSTRACT**

The theme of this work is: Technical evaluation of waterproofing recovery in hospital structures: case study of the roof slab of the Bacabal - MA back-up hospital. Regarding waterproofing as something relevant to be noted in order to optimize the action of pathological manifestations of humidity in civil construction, research and records involving the market context, in the sense of the search for quality of engineering work can be carried out in a professional manner with the adoption of innovative techniques to the detriment of the perspective of delivering a service in satisfaction. To this end, the aim was to carry out a technical assessment of the possibility of recovering waterproofing in hospital structures, based on a case study of the roof slab of the Bacabal - MA back-up hospital. In methodological terms, the research was based on a qualitative literature review, supported by a case study. The conclusion is that, in the construction process, it is essential to pay attention to the technical, administrative and legal aspects of the project and its specifications. Above all, the importance of details aimed at protecting the building against aggressive agents, such as humidity and steam, which can compromise its durability and functionality over time.

**Keywords:** Technical assessment; Waterproofing recovery; Hospital structures.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Conceito e tipos de impermeabilização .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.1 Impermeabilização flexível.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1.2 Impermeabilização rígida.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Infiltração e impermeabilização de lajes.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Problemas ou dificuldades na execução de lajes.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.1 Uso de impermeabilização em lajes .....</b>	<b>25</b>
<b>2.4 Manifestações patológicas em estruturas de concreto.....</b>	<b>28</b>
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1 Área de pesquisa.....</b>	<b>32</b>
<b>3.2 Tipo de pesquisa .....</b>	<b>34</b>
<b>4 RESULTADOS DE DISCUSSÃO DA PESQUISA DE CAMPO.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 Análise das auterações na cobertura.....</b>	<b>42</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>4</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Impermeabilização de ralos com manta asfáltica. ....	31
<b>Figura 2:</b> Localização do Hospital de Retaguarda de Bacabal. ....	32
<b>Figura 3:</b> Imagem aérea do hospital. ....	33
<b>Figura 4 :</b> Imagem de satélite demonstrando as lajes.....	33
<b>Figura 5:</b> Planta baixa Hospital de retaguarda de Bacabal .....	34
<b>Figura 6:</b> Manta asfáltica aluminizada aplicada sobre a laje 1.....	36
<b>Figura 7:</b> Manta asfáltica de estrutura em polietileno aplicada sobre laje 4.....	37
<b>Figura 8:</b> Aplicação da manta asfáltica aluminizada sobre laje 5.....	38
<b>Figura 9:</b> Percolação no teto e mofo nas paredes. ....	39
<b>Figura 10:</b> União de mantas asfálticas aluminizada e estruturada com poliéster.....	40
<b>Figura 11:</b> Cobertura metálica sobre laje. ....	43
<b>Figura 12:</b> Cobertura metálica não finalizada. ....	44

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como tema: Avaliação técnica de recuperação da impermeabilização em estruturas hospitalares: estudo de caso laje de cobertura do hospital de retaguarda de Bacabal – MA. Acerca da impermeabilização como algo relevante em ser notada para otimizar a ação de manifestações patológica da umidade na construção civil, pesquisas e registros envolvendo o contexto de mercado, no sentido de busca por qualidade da obra de engenharia pode ser realizada de maneira profissional com adoções de técnicas inovadoras em detrimento da perspectiva de entrega de um serviço em conteúdo

A pesquisa junto a essa temática faz jus à compreensão quanto à avaliação técnica de recuperação da impermeabilização em estruturas hospitalares, com base em procedimentos de impermeabilização contra a ação patológica da umidade na construção civil e naquilo que representa uma inovação em termos de atendimento as demandas do século XXI no que se refere aos cuidados estruturais em uma obra com respeito ambiental. Situação que tem início logo no projeto da edificação e que pode ser notada como preventivo a partir de visitas técnicas na obra.

A avaliação técnica de recuperação da impermeabilização em estruturas hospitalares, como no caso, serve contra a ação patológica da umidade e mostra ser uma atividade determinante do alcance da eficiência e eficácia almejada em uma obra. Sobretudo, tratando-se de um caso em que envolve laje de cobertura de um hospital de retaguarda, como em Bacabal – Maranhão. Salienta-se que as manifestações patológicas causadas pela umidade podem comprometer a viabilidade da construção em diversos aspectos. Trata-se de uma preocupação crescente desde o final do século XX, impulsionada pela necessidade de garantir a durabilidade das edificações e a saúde dos usuários no âmbito da construção civil.

Ao buscar uma compreensão mais precisa e fundamentada acerca do processo de avaliação técnica da recuperação da impermeabilização em estruturas hospitalares, constata-se que a adoção de estratégias adequadas de combate às manifestações patológicas provocadas pela umidade é indispensável na construção civil. Essa necessidade se torna ainda mais evidente, quando se considera os

parâmetros estabelecidos pela NBR 15575:2021 Edificações habitacionais - Desempenho (Associação Brasileira De Normas Técnicas, 2021), a qual define os requisitos mínimos de desempenho para edificações habitacionais, abrangendo aspectos como segurança estrutural, habitabilidade e durabilidade, diretamente impactados pela presença de umidade.

Sob essa perspectiva, este trabalho científico, inserido no campo da engenharia civil, busca analisar, de forma concisa e técnica, os fatores que envolvem a impermeabilização de obras, especialmente no que se refere ao atendimento às exigências de desempenho, durabilidade e estanqueidade previstas em norma. Além disso, destaca-se o alinhamento com as demandas do mercado, cada vez mais voltado à execução de obras com elevados padrões de qualidade, mediante o uso de soluções tecnológicas inovadoras, capazes de assegurar a eficiência e a eficácia do serviço prestado, em conformidade com as expectativas tanto do contratante quanto do profissional responsável pela execução da obra.

É preciso se atentar para a garantia da impermeabilização contra a ação patológica da umidade nas edificações por meio de uma avaliação técnica de recuperação da impermeabilização em estruturas hospitalares, pautando-se inicialmente e de forma essencial ao projeto da edificação no que compete à escolha do material a ser utilizado como impermeabilizante, bem como do acompanhamento efetivo de utilização destes na obra. (Alves, 2017).

A análise evidenciou que a impermeabilização exerce papel fundamental na prevenção das manifestações patológicas, pois de acordo com RIGHI (2009) impermeabilização trata de proteger as partes mais vulneráveis da edificação causadas pela umidade na construção civil, sendo este um fator determinante para a durabilidade e o desempenho das edificações. A aplicação de soluções tecnológicas e sustentáveis nessa área não apenas garante a integridade estrutural, mas também atende às exigências ambientais e às demandas técnicas contemporâneas. Dessa forma, torna-se imprescindível um planejamento rigoroso já na concepção do projeto, priorizando a compatibilidade entre os materiais utilizados e as técnicas de execução adotadas.

Diante desse panorama, o presente estudo justifica-se pela sua relevância como fonte de consulta para a formação de profissionais e tomada de decisões no

setor da construção civil. O tema foi escolhido em razão da percepção dos elevados custos gerados por falhas no sistema de impermeabilização, que podem comprometer a viabilidade econômica da obra. Compreender os diferentes métodos disponíveis, bem como as técnicas corretas de aplicação, é essencial para garantir o desempenho técnico exigido e o melhor custo-benefício possível.

Considerando o impacto direto da umidade nas demais patologias construtivas, identificou-se a necessidade de avaliar tecnicamente a recuperação da impermeabilização em estruturas hospitalares. A umidade, quando não contida, é um dos principais agentes de degradação nas edificações, e sua contenção requer sistemas bem projetados e executados com base nas normas vigentes. Conforme a NBR 9575:2010 Impermeabilização: Seleção e Projeto (Associação Brasileira De Normas Técnicas, 2010) a impermeabilização compreende o conjunto de técnicas construtivas aplicadas em uma ou mais camadas, com a finalidade de proteger os elementos estruturais contra a ação deletéria de fluidos, vapores e umidade.

Dessa forma, definiu-se como problema da presente pesquisa o seguinte questionamento: qual a relevância da avaliação técnica da impermeabilização em estruturas hospitalares, com base no estudo de caso da laje de cobertura do Hospital de Retaguarda de Bacabal – MA?

Com base nisso, o objetivo geral deste trabalho é avaliar a viabilidade técnica da recuperação da impermeabilização em estruturas hospitalares, tendo como foco a cobertura da unidade hospitalar referida. Os objetivos específicos consistem em: conceituar os principais aspectos relacionados à impermeabilização como estratégia de proteção contra a umidade na construção civil, compreender e identificar os danos patológicos associados à infiltração e suas consequências para a durabilidade da edificação, analisar as implicações técnicas, econômicas e funcionais da adoção de sistemas impermeabilizantes em lajes de cobertura.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Conceito e tipos de impermeabilização**

A impermeabilização é um sistema essencial nas construções, cuja função principal é impedir a penetração de água e umidade nas estruturas, protegendo os elementos construtivos e contribuindo para a durabilidade e desempenho da edificação. A NBR 9575:2010 (ABNT ,2010) define a impermeabilização como "um conjunto de camadas e serviços aplicados à execução do preparo das superfícies, como camadas separadoras, amortecedoras e proteção primária e mecânica, conferindo impermeabilidade às partes construtivas".

Conforme a norma acima citada a ABNT NBR 9575:2010 (ABNT ,2010), a escolha do tipo de impermeabilização deve considerar as características da estrutura, os esforços atuantes e as condições de exposição, sendo os sistemas classificados, principalmente, em dois grupos: impermeabilização flexível e impermeabilização rígida.

#### **2.1.1 Impermeabilização flexível**

A impermeabilização flexível é caracterizada por sua capacidade de deformação, ou seja, adapta-se aos movimentos da estrutura sem perder sua estanqueidade. De acordo com a NBR 9575:2010 (ABNT ,2010) esse tipo de sistema é composto por materiais que possuem propriedades elásticas, como mantas asfálticas, membranas moldadas no local (à base de polímeros) e emulsões flexíveis. Esses materiais suportam movimentações causadas por variações térmicas, recalques diferenciais ou vibrações.

A NBR 9574:2009 Execução de impermeabilização (Associação Brasileira De Normas Técnicas, 2009, p 4) orienta quanto à aplicação de mantas asfálticas, amplamente utilizadas em impermeabilizações flexíveis, estabelecendo requisitos técnicos para garantir desempenho adequado. Moraes (2002) reforça que esse sistema é o mais indicado para áreas sujeitas à movimentação estrutural ou intensa

exposição a intempéries, como lajes de cobertura, marquises, terraços, piscinas, jardineiras e reservatórios.

A principal vantagem da impermeabilização flexível está em sua capacidade de acompanhar as microfissuras e deformações da estrutura, evitando falhas precoces por trincas ou deslocamentos. No entanto, sua correta execução exige atenção rigorosa aos detalhes construtivos, como preparação da superfície, sobreposição de mantas e proteção mecânica.

### 2.1.2 Impermeabilização rígida

A impermeabilização rígida, por sua vez, é definida pela sua baixa ou nula capacidade de deformação após a cura. Segundo a NBR 9575:2010, trata-se de um sistema composto por materiais que, uma vez aplicados, aderem completamente ao substrato, formando uma barreira impermeável integrada à estrutura. Os produtos utilizados nesse sistema geralmente são argamassas impermeabilizantes, aditivos hidrofugantes e concretos modificados.

Esse tipo de impermeabilização é recomendado em elementos estruturais que não estão sujeitos a movimentações significativas, como fundações, cortinas de contenção, alicerces, subsolos e pisos de reservatórios apoiados. Moraes (2002) destaca que a impermeabilização rígida é especialmente eficaz quando aplicada na face oposta ao fluxo da água, sob pressão negativa, como ocorre em estruturas enterradas.

Apesar de apresentar menor custo e maior facilidade de execução em comparação com os sistemas flexíveis, a impermeabilização rígida exige total compatibilidade com o substrato e cuidado com as juntas de dilatação, pontos críticos que podem comprometer o desempenho do sistema.

## 2.2 Infiltração e impermeabilização de lajes

A impermeabilização de lajes é uma etapa indispensável no processo construtivo, especialmente pelo fato dessas estruturas estarem constantemente expostas à ação de agentes climáticos, como a chuva e a umidade do ar. Quando não



impermeabilizadas adequadamente, ou quando o sistema é mal executado, tornam-se suscetíveis a infiltrações que geram manifestações patológicas comprometendo a durabilidade e o desempenho da edificação.

De acordo com Macedo (2017), existem quatro principais origens de umidade que afetam as estruturas de concreto: umidade por capilaridade, umidade de construção, umidade de infiltração e umidade de precipitação. É necessário enfatizar, também, a umidade por percolação, como agente de manifestações patológicas em lajes.

- Umidade por capilaridade refere-se à ascensão da água pelas estruturas devido à porosidade dos materiais, principalmente a partir do solo.
- Umidade de construção é aquela proveniente da própria execução da obra, como a água presente em concretos e argamassas que não tiveram tempo adequado de cura.
- Umidade de infiltração está relacionada à entrada de água através de fissuras, falhas de vedação ou aplicação incorreta do sistema de impermeabilização.
- Umidade de precipitação ocorre quando a superfície da laje está desprotegida e recebe diretamente a água da chuva.
- Umidade por percolação é resultado da infiltração contínua de água ao longo do tempo em estruturas mal protegidas, o que pode levar a deteriorações profundas e de difícil reversão. “A umidade por percolação configura-se como um dos problemas mais recorrentes nas edificações, resultando, em grande parte, de falhas nos sistemas de impermeabilização aplicados a elementos construtivos como lajes, coberturas, pisos e paredes expostas (Dal Mollin et al, 2015).

Essas fontes de umidade são as principais responsáveis por manifestações patológicas como eflorescências, bolores, desprendimento de revestimentos, desagregação do concreto, e, principalmente, a corrosão das armaduras (Souza e Ripper, 1998). Os autores alertam que a corrosão provoca a expansão do aço, o que gera fissuras e destacamento do cobrimento de concreto, reduzindo drasticamente a capacidade resistente da estrutura.

As infiltrações comprometem não apenas a integridade estrutural, mas a habitabilidade dos ambientes, tornando-os insalubres e visualmente degradados. A presença constante de umidade pode ainda comprometer instalações elétricas e provocar perdas irreparáveis em acabamentos e elementos arquitetônicos (Verçoza, 1991).

Segundo Klein (1999), as manifestações patológicas derivadas da umidade são consideradas uma das principais causas de manutenção corretiva em edificações. O autor enfatiza que muitas dessas ocorrências poderiam ser evitadas com o devido planejamento do sistema de impermeabilização ainda na fase de projeto e com a execução correta dos materiais indicados.

### **2.3 Problemas ou dificuldades na execução de lajes**

Referindo-se aos problemas e dificuldades na execução de lajes em obras da engenharia civil, é crível e relevante registrar que a execução de estruturas como lajes se trata de uma etapa crucial na construção civil, uma vez que representa a estrutura horizontal que suporta as cargas do edifício e distribui essas forças para as vigas e pilares.

No entanto, essa fase do projeto pode apresentar diversas dificuldades e problemas que, se não forem adequadamente geridos, podem comprometer a segurança e a durabilidade da estrutura. As principais dificuldades enfrentadas durante a execução de lajes podem ser desde o dimensionamento inadequado a qualidade dos materiais, entre outras variáveis possíveis.

De acordo com Medeiros et al. (2011), diversas manifestações patológicas têm como principal elemento afetado o aço presente nas armaduras das estruturas de concreto armado. Essa parte da edificação é considerada especialmente vulnerável à ação de agentes agressivos do meio ambiente. Por esse motivo, os autores recomendam que a armadura seja devidamente protegida por uma camada de cobrimento de concreto com espessura adequada, cuja variação depende da classe de agressividade ambiental (podendo ser de 20, 25, 35 ou 45 milímetros), conforme a NBR 6118/2023 (ABNT 2023, p 20), a fim de garantir maior durabilidade e resistência da estrutura.

Acerca dos problemas mais comuns na execução de lajes, de fato o dimensionamento inadequado dos elementos estruturais mostra ser algo recorrente, podendo ocorrer devido a erros no cálculo das cargas que a laje deve suportar, como cargas permanentes, sobremaneira em casos de peso da própria laje, acabamentos etc., bem como em cargas variáveis, com de móveis, pessoas, equipamentos.

É responsabilidade do profissional de engenharia civil considerar adequadamente as normas técnicas e as condições específicas do projeto, ao se tratar de laje essa deve ser subdimensionada, levando ao risco de fissuras ou até colapsos. Com base na NBR 6118:2023 Projeto de estruturas de concreto (Associação Brasileira De Normas Técnicas, 2023) o dimensionamento, deve levar em conta fatores como a espessura da laje, além do tipo de armadura utilizada com o espaçamento entre os apoios. Importante frisar que lajes muito finas ou com espaçamento excessivo entre vigas podem resultar em deformações indesejadas e comprometimento da estética e funcionalidade do espaço físico.

Ao abordar os aspectos relacionados à impermeabilização das edificações com o objetivo de prevenir a ação da umidade na construção civil, é fundamental considerar as diretrizes estabelecidas no projeto executivo. Dentre essas diretrizes, destaca-se a seleção criteriosa dos materiais impermeabilizantes, cuja qualidade deve ser assegurada desde as fases iniciais da obra. Conforme Righi (2009), a escolha adequada dos produtos utilizados é determinante para a eficácia do sistema de impermeabilização e para a durabilidade da edificação.

A qualidade dos materiais utilizados representa um fator crítico na execução de lajes. O concreto, em particular, deve apresentar propriedades específicas que assegurem sua resistência e durabilidade ao longo do tempo. No entanto, a utilização de insumos inadequados ou fora dos padrões técnicos pode resultar na formação de fissuras, desagregação da matriz cimentícia e, conseqüentemente, na redução da capacidade estrutural da laje, comprometendo a segurança e o desempenho da edificação.

Como exemplo de não conformidade técnica, pode-se citar a utilização de aço inadequado ou seu posicionamento incorreto, o que pode comprometer a adequada distribuição das tensões ao longo da laje. Por esse motivo, torna-se essencial a

realização de ensaios nos materiais antes da execução, assegurando que todos os insumos empregados estejam em conformidade com a NBR 6118:2023 (ABNT, 2023).

Entretanto, vê-se um abismo entre as práticas aconselhadas e o realmente aplicado nos canteiros. Devido os mais diversos motivos, dentre os quais: a falta de qualificação e treinamento da mão de obra, a falta de difusão dessas práticas e importância indevida dada a estudos prévios para detalhamentos e projetos, os quais, além de garantirem a funcionalidade correta do sistema, trabalham de maneira a diminuir os custos gastos com a impermeabilização (Alves, 2017).

Nesse cenário, um fator a ser observado é a falta de mão de obra qualificada, como algo desafiador e constante na construção civil. Profissionais sem experiência podem cometer erros durante a execução das lajes, desde o posicionamento incorreto da armadura até a mistura inadequada do concreto.

Dessa forma, comprometendo a qualidade da obra e também aumentando os custos com retrabalho. Investir em treinamento e capacitação para os trabalhadores envolvidos na execução das lajes como potencial solução é o mais viável para minimizar erros e garantir um resultado final satisfatório aos envolvidos.

A execução de lajes na engenharia civil envolve uma série de desafios que requerem atenção minuciosa aos detalhes técnicos e à gestão eficaz dos recursos disponíveis. O que demanda um dimensionamento adequado, escolha dos materiais corretos e a supervisão rigorosa das condições climáticas e da mão de obra. Cada etapa desempenha um papel crucial na integridade estrutural do edifício.

Destaca-se a importância da realização de uma avaliação técnica criteriosa durante a fase de projeto, como medida preventiva essencial no processo construtivo. Tal avaliação deve contemplar, de forma precisa, os aspectos técnicos e administrativos relacionados à impermeabilização, os quais devem estar devidamente especificados no projeto executivo. Essa etapa é fundamental para garantir a proteção da edificação contra agentes agressivos, como a umidade e o vapor, prevenindo manifestações patológicas que comprometem a durabilidade e o desempenho da obra (Sabino, 2016).

A compreensão dos problemas e dificuldades permite que engenheiros civis desenvolvam estratégias mais eficazes para superá-los, resultando em construções mais seguras e duráveis no futuro. Sem perder de vista o alinhamento com o

conhecimento relativo à impermeabilização contra a ação patológica da umidade nas edificações.

Nessa perspectiva, é notório e compreensível ater-se a conhecimentos considerados tácitos de que a impermeabilização mostra ser um dos principais causadores de manifestações patológicas nas construções, por isso deve receber atenção nesse meio (Sabino, 2016).

Na concepção do autor supracitado, a impermeabilidade de obras consta como um dos problemas mais recorrentes com presença de umidade e logo com infiltração nas edificações. E desta forma podem gerar grandes problemas, seja durante a construção, bem como no uso desses imóveis. O que requer ser identificado e tratado no início, ou mesmo se apresentar ainda na fase de impermeabilização da estrutura em vista.

Ao impermeabilizar, torna-se necessário que cada construtora seja extremamente exigente na importância de construir um empreendimento seguro e agradável. Utiliza-se das boas técnicas, para garantir, desta forma, o cumprimento da vida útil prescrita em norma, sobretudo no que se refere a atual que conta já com 50 anos NBR 15575:2021 (ABNT, 2021).

Nessa visão, ao construir deve-se levar em consideração as normas técnicas a serem seguidas na obra, desde as especificidades do projeto que deve incluir o sistema a ser usado na impermeabilização da edificação. Focada em evitar umidade e infiltrações indesejadas na construção, que pode levar a inviabilidade da atividade, como um todo NBR 15575:2021 (ABNT, 2021).

Em referência ao custo da impermeabilização na construção civil, este é estimado em 1% a 3% do custo total de uma obra. E pode desta maneira, gerar falhas com custos de reparação que ultrapassam mais de 10% do valor total, uma vez que, geralmente envolvem retrabalhos com muitas dificuldades, bem como a depreciação do valor patrimonial, por meio de manchas em veículos e limitações de uso das áreas atingidas, despesas dificilmente mensuradas (Bauer; Vasconcelos; Granato, 2017).

segundo os pesquisadores mencionados, do ponto de vista legal, é recomendável que se seguem as diretrizes estabelecidas pelas normas técnicas da ABNT, as quais oferecem o embasamento necessário para orientar adequadamente os procedimentos relacionados à impermeabilização no âmbito da construção civil.

Essas normas constituem a base técnica para a execução dessas atividades, sendo amplamente respaldadas por instituições de referência, como o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI), o que lhes confere credibilidade e reconhecimento no setor.

Observa-se que as técnicas de impermeabilização vêm passando por um processo de modernização, impulsionado pelas mudanças culturais vivenciadas no setor da construção civil. No entanto, ainda é comum a ausência de projetos específicos para esse sistema, o que resulta na execução de serviços com base em práticas empíricas, frequentemente desprovidas do respaldo técnico necessário. Essa realidade evidencia a falta de valorização adequada da impermeabilização, comprometendo, muitas vezes, o desempenho e a durabilidade das edificações (Medeiros et al. (2011)).

A ausência de especificações detalhadas sobre a impermeabilização nos projetos executivos tem contribuído, em grande parte dos casos, para o surgimento de manifestações patológicas nas edificações. A fim de suprir essa lacuna, a criação da norma ABNT NBR 9575, em outubro de 2003, representou um avanço significativo no processo de seleção e projeto de sistemas de impermeabilização, estabelecendo critérios técnicos que visam garantir a eficiência e a durabilidade das soluções adotadas (MEDEIROS et al., 2011).

Os autores expõem que se trata de uma situação a qual modificou o cenário de forma positiva nessas atividades. A aposta se deu em profissionais e apoio técnico em torno de regulamentações dispostas como suporte na formulação de projetos mais específicos em vários tipos de empreendimentos da construção civil.

Nesse campo, “existem no Brasil diversos produtos impermeabilizantes, de qualidade e desempenho variáveis, de diversas origens e métodos de aplicação, normalizados ou não, que devem ter suas características profundamente estudadas, para permitir a escolha de um adequado sistema de impermeabilização” (Righi, 2009, p. 16).

Na visão de Cechine *et al.* (2007) existe uma das manifestações patológicas mais aparentes na construção civil. Trata-se do aparecimento da umidade que danifica as estruturas, por meio das infiltrações. Para tanto, há estudos comprovando que a pesquisa e a detecção das manifestações patológicas no início dos seus surgimentos, muito facilita o tratamento e ameniza os efeitos negativos na obra.

Por meio de conhecimento relativo a essas manifestações patológicas, Lapa (2008) expõe que as medidas de reparo para os casos de manifestações patológicas nas edificações são de duas frentes e tem duas finalidades, sendo a primeira de proporcionar a estrutura danificada um aumento da sua capacidade atual de resistir às solicitações as quais está submetida. E a outra forma se refere em restabelecer a integridade física do elemento estrutural analisado, com a finalidade de restituir suas características mecânicas originais. Pode-se definir essas situações como sendo um reforço ou restauração.

Nesse sentido, compreender os efeitos patológicos provocados pela umidade, bem como as demais manifestações patológicas na construção civil, fornece diretrizes fundamentais para a execução de obras mais duráveis e seguras. Tais ocorrências, em sua maioria, estão associadas a fatores específicos que podem ser identificados e prevenidos ainda na fase de elaboração do projeto arquitetônico e estrutural da edificação (RIGHI, 2009).

Conforme a NBR 9575:2010 (ABNT,2010), a impermeabilização é conceituada como "o conjunto de operações e técnicas construtivas, composta por uma ou mais camadas, que tem por finalidade proteger as construções contra a ação deletéria de fluidos, vapores e umidade". Essa definição reforça a importância da adoção de sistemas impermeabilizantes adequados desde as fases iniciais do projeto, visando garantir a durabilidade e o desempenho da edificação frente às agressões ambientais.

Nessa perspectiva, a impermeabilização torna-se fundamental em sua importância para a durabilidade das construções, uma vez que os agentes trazidos pela água, bem como os poluentes existentes no ar são as principais causas de danos irreversíveis na estrutura com sérios prejuízos financeiros difíceis de serem contornados. Evidencia-se, o fator importantíssimo que essa representa quanto à segurança da edificação, como também para a integridade física do usuário da edificação em vista.

A durabilidade das edificações está diretamente relacionada à eficiência do sistema de impermeabilização adotado e devidamente especificado no projeto executivo. Dessa forma, torna-se imprescindível a utilização de materiais adequados, bem como a adoção de medidas preventivas contra infiltrações durante a execução

da obra (RIGHI, 2009). Ressalta-se, portanto, a importância de incorporar o projeto de impermeabilização como elemento fundamental no combate às manifestações patológicas decorrentes da umidade, a fim de garantir um desempenho superior da edificação em termos de segurança, funcionalidade e vida útil.

Do ponto de vista técnico, conforme destaca Lapa (2008), é essencial considerar, no âmbito das construções civis, parâmetros ambientais como a umidade relativa do ar. Segundo o autor, uma umidade relativa em torno de 60% favorece a ocorrência do grau máximo de carbonatação nas estruturas de concreto, fenômeno que pode comprometer seriamente sua durabilidade. Por outro lado, em ambientes extremamente secos ou saturados, o processo de carbonatação atinge apenas cerca de 20% de sua intensidade máxima. Essas variações devem ser criteriosamente avaliadas no momento de definir as estratégias de impermeabilização da edificação, dada a influência direta da umidade nos mecanismos de deterioração dos materiais.

Além dos critérios técnicos de projeto e execução, é fundamental observar os dispositivos legais que norteiam a construção civil no Brasil, especialmente no que se refere às exigências ambientais e sanitárias. Nesse sentido, destaca-se o novo marco legal do saneamento básico, instituído por meio da Lei nº 14.026/2020, que altera dispositivos da Lei nº 9.984/2000 e da Lei nº 10.768/2003. A referida norma atribui à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a competência para estabelecer normas de referência destinadas à regulação dos serviços públicos de saneamento básico. Tal legislação reforça a importância de uma atuação técnica integrada entre engenharia, meio ambiente e gestão pública, com foco na sustentabilidade e na proteção dos recursos hídricos.

Ainda dentro desse escopo normativo, a Lei nº 11.107/2005 altera atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos e estabelece diretrizes para os contratos de programa, conforme previsto no art. 175 da Constituição Federal e na Lei nº 11.445/2007. Essas legislações, em conjunto,



fundamentam a responsabilidade técnica das obras públicas em conformidade com princípios de eficiência, durabilidade e responsabilidade ambiental.

A legislação ambiental brasileira também tem contribuído substancialmente para a qualificação das condições estruturais e operacionais no setor da construção civil. A Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), impõe prazos e metas para a disposição final ambientalmente adequada de rejeitos e resíduos gerados nos processos construtivos. Complementarmente, a Lei nº 13.089/2015 — Estatuto da Metrópole — promove o planejamento territorial integrado, especialmente em regiões metropolitanas, orientando intervenções urbanas de maneira sustentável. Já a Lei nº 13.529/2017 autoriza a União a participar de fundos voltados ao financiamento de serviços técnicos especializados, com ênfase na engenharia civil, o que tem potencial para elevar a qualidade das obras públicas e a infraestrutura urbana nacional.

Dessa forma, constata-se que o ordenamento jurídico brasileiro funciona como verdadeiro alicerce para a regulamentação e fiscalização de serviços técnicos essenciais nas edificações, sobretudo aqueles diretamente ligados à preservação do meio ambiente. A não observância de práticas corretas de impermeabilização, por exemplo, além de comprometer a integridade da edificação, pode configurar descumprimento das legislações ambientais e urbanísticas vigentes, como salienta o conjunto de dispositivos legais supracitados.

Condeixa (2013, p. 19) corrobora essa perspectiva ao afirmar que a construção civil deve pautar-se por princípios de sustentabilidade, enfatizando a importância de aperfeiçoar processos produtivos, incorporar novas tecnologias e adotar boas práticas de gestão com vistas à minimização da geração de resíduos. Em suas considerações, o autor destaca que ações como a conservação de energia, a reciclagem de materiais e a busca por soluções tecnológicas inovadoras devem integrar as diretrizes ambientais contemporâneas aplicáveis às edificações.

Nesse mesmo sentido, políticas públicas ambientais orientam o setor da construção civil por meio de normativas que envolvem, entre outras ferramentas, os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), os Inventários e Sistemas Declaratórios Anuais, a Coleta Seletiva e a Logística Reversa, conforme estabelece a Lei nº 12.305/2010. Também é relevante mencionar a atuação do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR) e do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SNISB), que contribuem com dados fundamentais para o planejamento e a gestão de empreendimentos urbanos e habitacionais sustentáveis.

Assim, a aplicação correta de materiais impermeabilizantes, aliada ao uso de técnicas construtivas atualizadas e ao atendimento às normas técnicas e legais, contribui de forma decisiva para a prevenção de manifestações patológicas nas edificações, tais como infiltrações, eflorescências, mofo e bolor. Essas medidas não apenas evitam prejuízos estruturais e econômicos, como também garantem melhores condições de habitabilidade, saúde e segurança para os usuários, reafirmando o papel da engenharia civil como promotora de soluções eficientes e ambientalmente responsáveis no cenário urbano contemporâneo.

### 2.3.1 Uso de impermeabilização em lajes

Quanto a impermeabilização em lajes, pode-se inferir e pontuar que é uma prática fundamental na construção civil, especialmente em áreas que estão sujeitas à umidade e à infiltração de água. Em que a falta de um sistema de impermeabilização adequado pode levar a sérios problemas estruturais, comprometendo a integridade da edificação e causando danos que podem ser custosos para reparar.

Nesse sentido, a caracterização de um bom projeto e específico em termos de impermeabilização na edificação, tornou-se, com o passar do tempo, a preferência na contenção de males como o da umidade em obras, sendo a umidade vista como um dos maiores responsáveis pelas manifestações patológicas das construções. Nos últimos anos este panorama parece estar em mudança, com a criação, inclusive, da ABNT NBR 9575 – Impermeabilização: Seleção e Projeto de Impermeabilização de

2003. Que cada vez mais, os projetos e detalhamentos de impermeabilização vêm sendo solicitados nas construções (Venturini, 2014).

A construção civil, sob a ótica desse autor, se baseia em três pontos principais: atendimento as necessidades do cliente, aos custos e aos prazos. Dessa maneira, há constantes estudos e tentativas de melhorias das soluções construtivas, tanto a partir da melhoria das técnicas, quanto com o surgimento e aperfeiçoamento de novos materiais.

Neste contexto, é essencial entender a importância da impermeabilização, os tipos de materiais utilizados e as técnicas aplicadas. Uma vez que as lajes, especialmente aquelas que se encontram em contato com áreas externas, como varandas, terraços e coberturas, estão expostas a intempéries e umidade. A infiltração de água, por meio de fissuras ou poros presentes no concreto, pode ocasionar o surgimento de mofo, bolor e, conseqüentemente, a degradação dos componentes construtivos, comprometendo o desempenho e a durabilidade da edificação.

Em uma análise comparativa, o concreto apresenta menor resistência à tração e maior fragilidade em relação ao aço. No entanto, sua ampla utilização na construção civil é justificada por diversas características vantajosas, dentre as quais se destaca sua elevada resistência à ação da água, sem sofrer deteriorações significativas. Além disso, o concreto possibilita grande versatilidade de formas e dimensões, devido à sua consistência plástica no estado fresco, o que facilita a moldagem e adaptação às exigências do projeto. Outros fatores que contribuem para sua preferência são o baixo custo e a ampla disponibilidade de seus componentes no mercado nacional (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Conforme o cenário, pode-se citar um exemplo: uma laje apresentando fissuras e sem o sistema de estanqueidade terá infiltração de água, podendo ocasionar a corrosão das armaduras de aço, comprometendo significativamente a capacidade resistente da estrutura e, conseqüentemente, sua segurança. A impermeabilização, quando executada corretamente, atua como uma barreira eficaz contra a penetração da umidade, protegendo não apenas a laje, mas também os elementos estruturais adjacentes. Esse sistema preventivo é essencial para preservar a integridade da edificação ao longo do tempo, contribuindo diretamente para sua durabilidade, desempenho e para o conforto dos usuários.

Desse modo, o uso de impermeabilização em lajes mostra ser uma etapa imprescindível na execução de obras na engenharia civil, sobretudo pautado na escolha do material adequado e a correta aplicação. Garantindo a proteção contra infiltrações e umidade, evitando problemas futuros que podem comprometer a estrutura e gerar custos adicionais com reparos.

Deve-se ater aos três estados físicos da água como um dos fatores bases de umidade, seja gasoso, líquido e sólido, como sendo uma das grandes responsáveis pelas manifestações patológicas nas construções. O que de maneira geral e de acordo com levantamentos realizados por setores ligados à construção civil, mostra ser um dos principais causadores de manifestações patológicas nas edificações, carecendo de diversos sistemas e técnicas que vêm sendo desenvolvidos em função da prevenção e contenção desta ação indesejada nas edificações, de forma a sanar as agressões e deterioração ocasionadas pela água, no que a recomendação é que sejam evitadas com base em uma efetivação de um bom projeto da obra (Righi, 2009).

Com a intenção de assegurar a compreensão acima, destaca-se que ao longo do tempo várias técnicas de construção têm sido melhoradas com o objetivo de manter o planejamento e a construção das edificações a contento com as exigências e legislações pertinentes. Tratam-se de técnicas melhoradas que ilustram uma visão inovadora nas construções com maiores apostas em segurança e com um tempo de vida hábil em maior expansão, além de se apoiar em planejamentos que se iniciam desde a escolha de materiais utilizados até o nível de utilização e conservação diárias nas edificações.

Para tanto, ao se tratar de edificações as quais recorram a inovações conforme o tempo, salienta-se alguns fatores, os quais prolongam o ciclo da vida útil dos edifícios: os materiais utilizados, a qualidade de mão de obra, o ambiente de instalação, o planejamento, além da manutenção. Com essas prevenções nas edificações, tem-se um cenário mais ajustado para prevenir as manifestações patológicas e desta forma são desenvolvidas em diferentes etapas da construção.

É preciso corroborar que se não prevenidas corretamente, permanecem em vulnerabilidade em conformidade com as edificações e sua deterioração temporal (Alves, 2017).

A impermeabilização é uma etapa muito importante na construção civil, mas vem sendo relegada, na maioria das vezes por contenção de custos e desinformação, resultando no aparecimento de manifestações patológicas de impermeabilização. Os custos do reparo dessas doenças das edificações podem ser até quinze vezes maiores do que se fosse executada no andamento da obra (Righi, 2009).

Esse estudo apresenta uma análise de múltiplos casos de manifestações patológicas de impermeabilização, com sugestões de correções e indicações de como prevenir tais. De forma a elucidar melhor sobre o assunto, primeiro foi realizado um levantamento dos principais tipos de materiais usados no processo de impermeabilização, assim como técnicas de uso, principais cuidados que se deve ter na execução e detalhes construtivos indispensáveis no processo (Carvalho; Figueiredo, 2011).

s autores Carvalho e Figueiredo (2011), mostram que as principais vantagens e desvantagens, no processo de relacionar concreto armado corretamente executado em obras, economia, custo relativamente baixo, devido ao fácil acesso aos materiais necessários, facilidade na execução, adaptação a praticamente todo tipo de forma e tamanho, obtenção de estruturas hiperestáticas, apresentando uma melhor distribuição dos esforços, baixo custo de manutenção, boa resistência à maioria das solicitações mecânicas, maior durabilidade e resistência ao fogo, comparados à madeira e ao aço, além de resistir a choques e vibrações, efeitos térmicos, atmosféricos e desgaste mecânico.

## **2.4 Manifestações patológicas em estruturas de concreto**

No que se refere às manifestações patológicas causadas pela umidade na construção civil, trata-se de algumas entre várias que afetam custos, estrutura e satisfação com a edificação, tanto do lado do construtor como daquele que contrata a obra com finalidade de ter satisfação pelo o que contratou, (Bauer; Vasconcelos; Granato, 2017).

Como os pesquisadores acima frisam, entre as principais falhas de desempenho que provocam a presença de umidade não controlada nas edificações estão corrosão de armaduras, eflorescências, além da degradação do concreto e

argamassa, e ainda empoamento e bolhas em tintas, que causam desconforto aos usuários e colocando em risco a integridade física das estruturas e gerando manifestações patológicas nas construções.

Cabe destacar que a umidade ascensional é uma das manifestações patológicas, que ocorre devido ao fluxo ascendente da água, através do fenômeno da capilaridade nas obras. Nesse caso, o fluxo ocorre por pequenos canais na microestrutura dos materiais, além de ter como base canais com esses inversamente proporcionais ao diâmetro dos vasos capilares, que são relacionados aos vazios presentes. O que denota um fluxo de água presente no solo através da porosidade existente (Sabino, 2016).

Esse tipo de umidade se caracteriza pela presença de água no solo, tanto por fenômenos sazonais de maior teor de umidade, quanto pela presença permanente de umidade de lençóis freáticos superficiais alinhados a obra. Também, pode acontecer por conta do excesso de umidade presente em pisos de banheiros, como por exemplo, devido à falta de impermeabilização correta da parte inferior da parede desse espaço (Carvalho; Figueiredo, 2011).

Naturalmente, observa-se que, em muitos casos, a impermeabilização envolve também materiais complementares, como argamassa e revestimentos cerâmicos. Quando ocorre falha no sistema de impermeabilização, esses elementos são comprometidos, resultando na perda total dos materiais aplicados. Nessa situação, os custos decorrentes da recuperação ultrapassam significativamente o orçamento previsto inicialmente, especialmente quando não se consideram os gastos adicionais com a recuperação estrutural da edificação afetada.

A rigor, o controle da execução da impermeabilização contra umidade e contra as manifestações patológicas em obras, torna-se fundamental para seu desempenho, e esta fiscalização tem por necessidade acontecer não somente pela organização que faz o serviço, porém deve também ser parte dos serviços daqueles que estão definidos como responsáveis pela edificação como profissional da área (Carvalho; Figueiredo, 2011).

Portanto, a execução da impermeabilização ainda durante a fase construtiva é significativamente mais eficiente e econômica do que sua realização após a conclusão da obra. Isso se deve ao fato de que, quando não são adotadas medidas

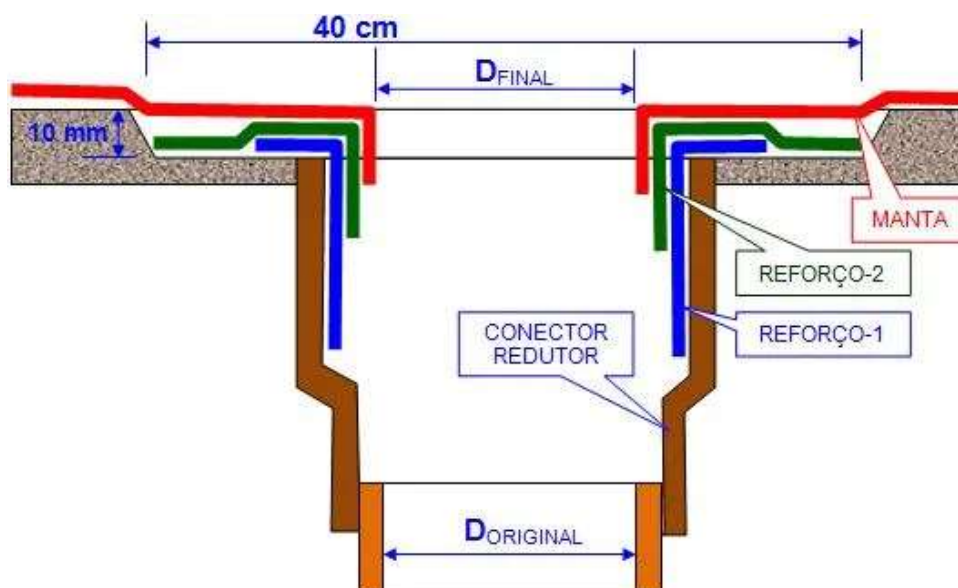
preventivas, os problemas relacionados à umidade tendem a surgir, ocasionando diversas manifestações patológicas. Tais patologias comprometem a salubridade e a estética dos ambientes, sendo comuns a ocorrência de eflorescências, manchas, bolores, oxidação das armaduras, entre outros danos que afetam diretamente o desempenho e a durabilidade da edificação (Bauer; Vasconcelos; Granato, 2017).

Com base no sistema de impermeabilização a ser usado nas obras, deve ser escolhido em conformidade com as circunstâncias em que serão usados nas edificações. Destacam-se os principais fatores que devem ser levados em consideração, sendo esses a pressão hidrostática, a frequência de umidade, a exposição ao sol, a exposição a cargas, além da movimentação da base e extensão da aplicação (Sabbatini, 2006).

Para esse autor os pontos da construção são, os maiores causadores das manifestações patológicas e problemas com impermeabilização, via as falhas ocorridas em encontros com ralos, juntas, mudanças de planos, bem como as passagens de tubulações. A perfeita execução desses detalhes construtivos e da impermeabilização, garantem a estanqueidade de pontos críticos. Referente ao ralo, na obra, evidencia-se que o sucesso na execução de arremates de ralos se encontra muito provavelmente, em detalhes construtivos como mais importante de todo o processo de impermeabilização, haja vista se tratar de um ponto com maior parte das falhas do sistema.

Com base na NBR 9575:2010 (ABNT,2010) é estabelecido que os coletores pluviais devem possuir diâmetro capaz de manter sua seção nominal, sendo sua especificação parte integrante e essencial do projeto hidrossanitário. Após a execução da impermeabilização, recomenda-se que o diâmetro nominal mínimo desses coletores seja de 75 mm. Essa exigência está relacionada ao fato de que, ao inserir as mantas impermeabilizantes no interior dos coletores, pode ocorrer redução da seção útil, comprometendo sua eficiência hidráulica. Por esse motivo, é indicado prever, no projeto, a utilização de coletores com diâmetro superior ao mínimo necessário, de modo a compensar a interferência causada pela camada impermeabilizante, garantindo que o diâmetro funcional atenda às exigências normativas e preserve o desempenho do sistema (BAUER; VASCONCELOS; GRANATO, 2017) como demonstrado na Figura 1.

Figura 1 Impermeabilização de ralos com manta asfáltica.



**Fonte:** Watanabe, 2023.

Na Figura 1, é demonstrada a maneira correta de aplicação da manta asfáltica: duas camadas de reforço e a camada de manta asfáltica. Também, verifica-se o rebaixo de um centímetro em uma área de 1600 cm<sup>2</sup>.

A execução da camada impermeabilizante anterior à instalação do coletor de ralo nas obras, destaca-se essa prática como uma das causas mais recorrentes de manifestações patológicas. Isso ocorre porque, ao não haver integração adequada entre os dois sistemas — impermeabilização e drenagem —, cria-se um ponto de falha que permite a passagem de fluidos entre o coletor e a camada impermeabilizante, comprometendo sua função principal (TIVERON, 2009).

Um erro comum consiste na crença de que a simples elevação da manta impermeabilizante pelas paredes laterais, sejam elas de alvenaria ou concreto armado, é suficiente para impedir o fluxo de água entre os materiais. Entretanto, mesmo quando bem aderida, a manta não garante a estanqueidade entre a impermeabilização e a estrutura, o que pode favorecer a infiltração (QUERUZ, 2018).

Trata-se, portanto, de uma falha conceitual e de execução que, com o tempo, permite a passagem de água por baixo da camada impermeabilizante. Essa situação confirma o entendimento de que a água é um dos principais agentes causadores de manifestações patológicas na construção civil, podendo gerar danos diretos e indiretos à edificação, comprometendo sua durabilidade, segurança e funcionalidade.



### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Área de pesquisa

A área de pesquisa abrange o Hospital de Retaguarda de Bacabal, localizado na Rua Projetada, s/n, no Residencial José Lisboa, Estrada da Bela Vista, CEP 65.700-000, no município de Bacabal – MA. Trata-se de uma unidade inaugurada em 29 de março de 2021, inicialmente concebida para atender à demanda emergencial por leitos hospitalares durante a pandemia de COVID-19.

Atualmente, o hospital emprega 212 profissionais e dispõe de 30 leitos, funcionando como unidade de apoio à rede municipal de saúde. Sua principal finalidade é atuar como estrutura de retaguarda, contribuindo para a liberação de leitos nos hospitais estaduais da região e no hospital geral do município, viabilizando, assim, a continuidade da assistência hospitalar e otimizando a gestão dos serviços de saúde na localidade. A Figura 1 apresenta uma imagem de satélite que indica a localização do Hospital de Retaguarda de Bacabal, popularmente conhecido como UPA, por estar instalado no edifício originalmente destinado à Unidade de Pronto Atendimento.

*Figura 2: Localização do Hospital de Retaguarda de Bacabal.*



**Fonte:** : Google Earth ,2025.

A Figura 3, trata-se da visão aérea do prédio do hospital de Retaguarda de Bacabal, feito por drone numa lógica de imagem panorâmica da edificação.

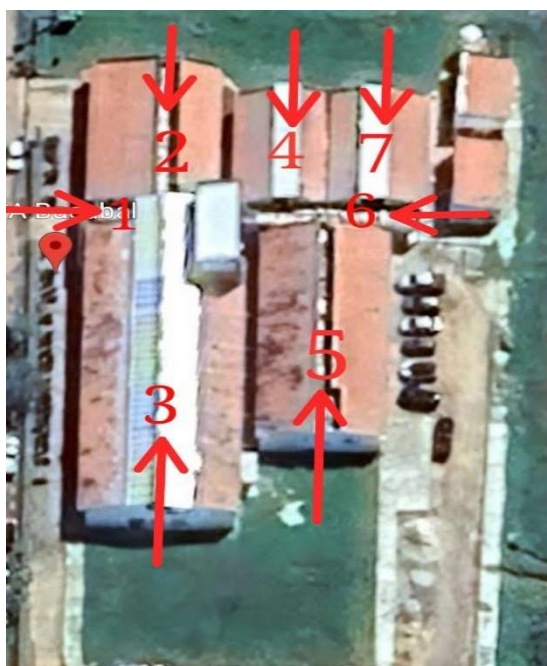
Figura 3: Imagem aérea do hospital.



**Fonte:** Instituto de vida e saúde ,2021.

Na Figura 4, consta as lajes em estudo: 1- laje sobre a recepção, 2- laje de cobertura dos banheiros, 3- lajes acima do administrativo , 4- Unidade de Cuidados Intensivos (UCI), 5 lajes de cobertura do corredor da enfermaria Ala B, cozinha e refeitório, 6- lajes sobre o corredor principal de acesso as enfermarias, 7 – lajes cobertura da enfermaria Ala A.

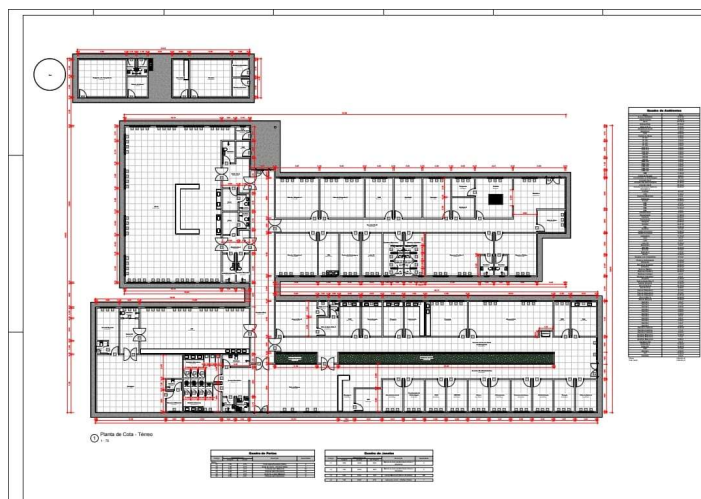
Figura 4: Imagem de satélite demonstração das lajes.



**Fonte:** Google Earth, 2025.

A Figura 5, refere-se a Planta baixa do hospital de Retaguarda de Bacabal, com desenho das partes que compõem o projeto original da obra.

Figura 5: Planta baixa Hospital de retaguarda de Bacabal



Fonte: Autoral, 2025.

### 3.2 Tipo de pesquisa

A metodologia adotada neste trabalho fundamenta-se em uma revisão de literatura com base bibliográfica, de caráter descritivo e abordagem qualitativa, complementada por um estudo de caso realizado no município de Bacabal – MA. O estudo contemplou um levantamento conceitual atualizado sobre a temática, considerando as contribuições de autores renomados no campo da engenharia civil. A pesquisa, também, foi respaldada por legislações pertinentes, especialmente aquelas publicadas nos últimos dez anos.

Para tanto, essa revisão bibliográfica utilizará de materiais como artigos e livros, que incluem os clássicos e históricos no campo da engenharia civil. Desse modo, observará as expressões relativas à temática como premissas para o entendimento do ambiente de negócios de construções civis com sua estreita relação com as inovações no mercado e exigências do consumidor.

Além disso, o estudo de caso referente à impermeabilização da laje de cobertura do Hospital de Retaguarda de Bacabal foi desenvolvido por meio de análise visual in loco, complementada por registros fotográficos e visitas técnicas previamente

agendadas. As inspeções permitiram observar diretamente as condições da impermeabilização existente, identificar falhas de execução e mapear as manifestações patológicas decorrentes da ação da umidade. As imagens obtidas durante as visitas foram utilizadas como evidência técnica para documentar as não conformidades com as normas vigentes e subsidiar a avaliação das soluções adotadas na estrutura.

Será realizado, nesse trabalho, uma consulta a livros, dissertações e artigos científicos selecionados através de busca nas seguintes bases de dados: scielo, google academic, periódicos capes e outros. O período dos artigos a serem pesquisados serão os trabalhos publicados nos últimos dez anos. Entre os autores e legislações pertinentes a serem usadas constam: a NBR 9575:2010 (ABNT, 2010), NBR 9574:2009 (ABNT, 2009), NBR 15575:2021 (ABNT, 2021), e NBR 9952:2014 (ABNT, 2014), bem como pesquisadores como Medeiros *et al.* (2011), Sabino (2016) e Bauer, Vasconcelos e Granato (2017).

Destaca-se as palavras-chave utilizadas na pesquisa: avaliação técnica, recuperação, impermeabilização, estruturas hospitalares, laje de cobertura, construção civil e técnicas inovadoras, entre outras. A seleção desses termos mostrou-se essencial para orientar a busca por referências teóricas e contribuir para a compreensão aprofundada do fenômeno investigado, sem desconsiderar a importância de futuras pesquisas que possam aprimorar e ampliar os conhecimentos sobre a temática.

#### **4 RESULTADO E DISCUSSÃO DA PESQUISA DE CAMPO**

Para fins de apresentação dos resultados da pesquisa de campo, são expostos a seguir registros de autoria própria, coletados durante o período vigente do estudo. As informações referem-se à área analisada, incluindo observações relevantes, identificação de patologias construtivas e possíveis soluções relacionadas às demandas de reparo ou medidas preventivas aplicáveis à edificação em questão.



Figura 6: Manta asfáltica aluminizada aplicada sobre a laje 1.



**Fonte:** Autoral, 2025.

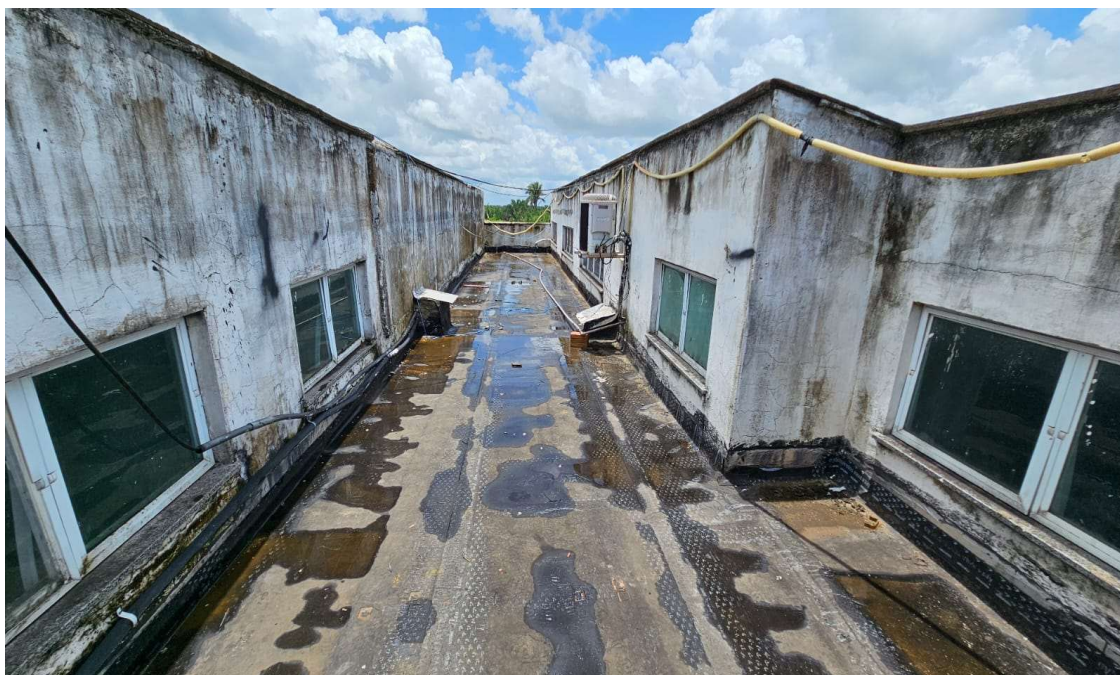
A Figura 6 ilustra falhas na aplicação da manta asfáltica aluminizada, em desacordo com as recomendações estabelecidas na ABNT NBR 9575:2010, especificamente no item 6.4, alínea c. Para esse tipo de impermeabilizante, recomenda-se que a manta aluminizada ultrapasse a pingadeira, subindo até aproximadamente o seu ponto médio, de forma a evitar a formação de descontinuidades ou vazios entre o plano vertical da parede e a borda superior da pingadeira, especialmente quando esta excede a largura da alvenaria. Sobre essa camada inicial, deve-se aplicar uma segunda camada de manta, cobrindo integralmente a estrutura e promovendo o transpasse adequado até o piso da laje.

Adicionalmente, conforme estabelecido na NBR 9575:2010, itens 6.4 e e g, toda instalação que necessite ser fixada no nível da impermeabilização deve dispor de detalhes construtivos específicos, incluindo arremates e reforços adequados do sistema impermeabilizante. Tais elementos, quando aparentes, devem ser elevados no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado, após a conclusão da impermeabilização e seus complementos. Entretanto, observa-se na área estudada que essa exigência normativa não foi cumprida, uma vez que diversas instalações hidráulicas e elétricas se encontram diretamente apoiadas sobre a superfície da laje, sem qualquer tipo de proteção impermeabilizante.

Outro ponto crítico refere-se aos furos executados para a passagem de tubulações de drenagem de aparelhos de ar-condicionado, cabos elétricos e cabeamento de rede. Esses pontos de perfuração não foram devidamente selados com material impermeabilizante, o que compromete a estanqueidade do sistema e pode resultar em percolação, ou seja, infiltração descendente da água, comprometendo o desempenho da impermeabilização.

Observa-se ainda que a manta asfáltica não foi introduzida corretamente na tubulação de escoamento pluvial da laje, descumprindo as orientações da NBR 9575:2010 (ABNT, 2010). Como resultado, já é possível identificar manifestações patológicas na parte interna da edificação, associadas ao acúmulo de água e à deficiência no sistema de drenagem.

Figura 7: Manta asfáltica de estrutura em polietileno aplicada sobre laje 4.



**Fonte:** Autoral, 2025.

A Figura 7 apresenta uma manta asfáltica distinta da exemplificada anteriormente, cujas exigências de aplicação, conforme estabelece a NBR 9575:2010, incluem não apenas os procedimentos mencionados anteriormente, mas também a obrigatoriedade da utilização de uma camada separadora após sua aplicação. Essa camada pode ser composta por filme de polietileno (o mais comumente empregado),

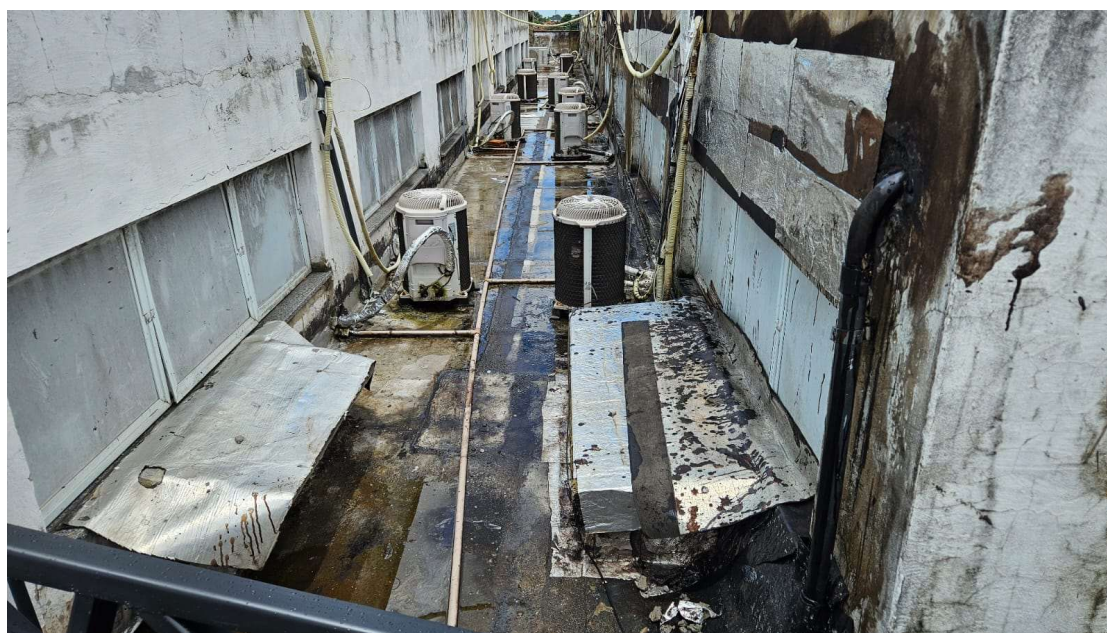


papel kraft aplicado sobre manta geotêxtil ou papel kraft betuminoso, cuja função é evitar a aderência direta entre a manta e a camada de proteção subsequente.

Posteriormente, sobre essa camada separadora, deve ser executada a camada de proteção mecânica, a qual pode ser constituída de argamassa, concreto, geotêxtil, placas metálicas, solo ou agregados. A escolha do material deve considerar as condições de uso da área impermeabilizada, bem como os esforços mecânicos incidentes.

Adicionalmente, nos pontos em que a impermeabilização atinge os planos verticais das paredes, é tecnicamente obrigatório remover o reboco até uma altura mínima de 20 cm a partir do nível do piso. Somente após a aplicação da manta e da camada separadora é que se deve refazer o revestimento com argamassa, o qual atuará como elemento de proteção mecânica vertical, resguardando a integridade do sistema impermeabilizante.

Figura 8: Aplicação da manta asfáltica aluminizada sobre laje 5.



Fonte: Autoral, 2025.

A Figura 8 evidencia, de forma clara, falhas na aplicação do sistema de impermeabilização com manta asfáltica. Observa-se que parte da manta se encontra desprendida, aparentando ter sido apenas posicionada sobre a superfície da laje sem aderência adequada. Além disso, há passagem de

tubulações através da manta, o que caracteriza uma execução inadequada e fora dos padrões técnicos recomendados.

As falhas mecânicas na instalação da manta, aliadas aos erros na disposição das tubulações de drenagem das unidades condensadoras sobre a laje, estão resultando em infiltração contínua de água. Essa condição compromete não apenas o desempenho da impermeabilização, mas também a durabilidade da estrutura e a estanqueidade da edificação como um todo.

Figura 9: Percolação no teto e mofo nas paredes.



Fonte: Autoral, 2025.

A Figura 9 evidencia um quadro de percolação, caracterizado pela infiltração de água através da laje, resultante de falhas na aplicação da manta asfáltica. Essa infiltração tem ocasionado diversas manifestações patológicas, incluindo o surgimento de manchas escuras na face interna da laje, atribuídas à proliferação de agentes biológicos, como fungos, devido à umidade persistente.

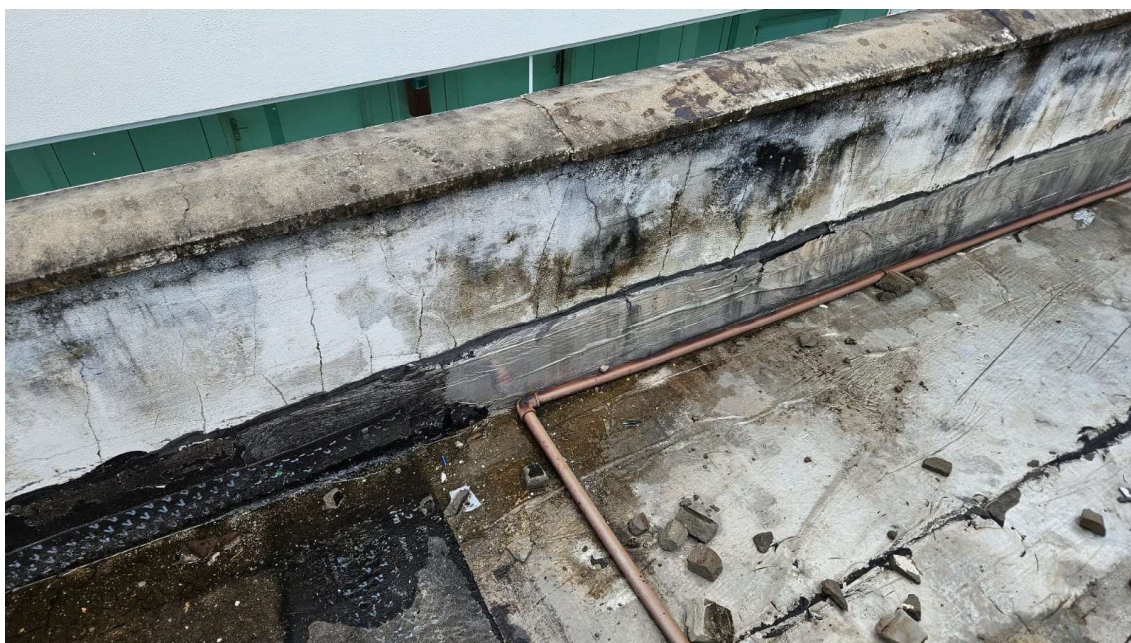
Observa-se, ainda a presença de defeitos no sistema de impermeabilização das saídas de escoamento pluvial, localizadas na face externa dos pilares. Tais falhas estão diretamente relacionadas à ausência de reforço adequado da impermeabilização nesses pontos críticos. O correto seria



a execução de três camadas de manta asfáltica que devem penetrar na tubulação para garantir a estanqueidade do sistema.

A primeira camada deve ser enrolada formando um cilindro e introduzida na tubulação com penetração mínima de 10 cm, sendo fixada com o auxílio de maçarico. A extremidade externa deve ser cortada em formato de “fatias de pizza” e aderida ao plano da laje. Em seguida, deve-se aplicar uma segunda camada de reforço, com dimensões aproximadas de 40 cm x 40 cm, colada sobre a base do ralo. Essa camada precisa ser aderida também à parte interna da tubulação, sendo necessário o biselamento – ou seja, o corte em ângulo da aresta – para proporcionar transição suave entre os planos. Por fim, a terceira camada, correspondente à manta contínua da impermeabilização, também deve ser submetida ao biselamento, garantindo a eficiência da drenagem pluvial sem comprometer o desempenho da impermeabilização da estrutura.

Figura 10: União de mantas asfálticas aluminizada e estruturada com poliéster.



Fonte: Autoral, 2025.

Na Figura 10, observa-se a junção de duas mantas impermeabilizantes que apresentam métodos distintos de aplicação, conforme já ilustrado nas Figuras 5 e 6. Nota-se, nesse ponto de transição, a perda de aderência entre os materiais, o que

resultou em percolação de água. Essa falha caracteriza uma manifestação patológica relevante na edificação.

Conforme preconizado pela NBR 15575:2021 (ABNT,2021), foram identificadas diversas manifestações patológicas, tais como: infiltrações e manchas de umidade na face inferior da laje de cobertura e em paredes internas, indicando comprometimento da estanqueidade, presença de mofo e bolor no interior do ambiente, o que configura condições insalubres, acúmulo de água sobre a superfície da laje, como evidenciado nas Figuras 5 e 6, decorrente da inexistência de caimento adequado e deficiência no sistema de escoamento superficial, delaminação e degradação da manta aluminizada, com sinais de exposição excessiva e perda de funcionalidade; além de fissuras e descolamento do revestimento externo (reboco), os quais favorecem a penetração de umidade através da fachada vertical.

Quanto às possíveis causas técnicas para essas patologias, e com base nas normas NBR 9574:2009 (ABNT,2009) e NBR 9952:2014 (ABNT,2014) pode-se apontar como principais fatores: aplicação inadequada da manta (sobreposição incorreta e falhas em pontos críticos como ralos e rodapés), ausência de manutenção preventiva e corretiva do sistema impermeabilizante, deterioração causada pela exposição contínua a agentes climáticos, como radiação solar, chuva e variações térmicas; inexistência de proteção mecânica sobre a manta, falhas no sistema de drenagem pluvial, seja por obstruções ou dimensionamento inadequado e a ausência de juntas de dilatação e detalhamentos técnicos nos encontros com elementos construtivos singulares, como passagens de tubulações e instalações elétricas.

No que se refere às medidas corretivas e ao tratamento proposto, com base na NBR 9575:2010(ABNT,2014), que trata da seleção e do projeto dos sistemas de impermeabilização, recomenda-se: a remoção integral da impermeabilização existente, com verificação criteriosa das condições do substrato estrutural; correção do caimento da laje, garantindo uma inclinação mínima de 1% para o escoamento eficiente das águas pluviais, implantação de um novo sistema impermeabilizante, preferencialmente com utilização de produtos bicomponentes, mantas autoadesivas dotadas de proteção contra radiação UV ou com proteção mecânica adequada, detalhamento reforçado em ralos, rodapés, juntas de dilatação e pontos de encontro com instalações prediais, implantação de rotinas periódicas de inspeção e

manutenção preventiva da laje e do sistema de drenagem, em conformidade com a NBR 5674:2024 Manutenção de edificações - Procedimento (ABNT,2024) que trata da manutenção de edificações.

Por fim, quanto aos riscos associados às manifestações patológicas descritas, deve-se destacar que, segundo a NBR 15575:2021 (ABNT,2021), a falha na estanqueidade compromete diretamente os requisitos de habitabilidade, durabilidade e segurança da edificação. As consequências podem incluir: deterioração dos elementos estruturais de concreto armado em razão da infiltração de água, favorecendo o processo de corrosão das armaduras e comprometendo a vida útil da estrutura, danos aos sistemas elétricos e de climatização, como observado nos equipamentos instalados sobre a laje de cobertura, criação de um ambiente insalubre, propício à proliferação de microrganismos como fungos, bactérias e ácaros, que representam riscos à saúde dos ocupantes, especialmente de indivíduos imunocomprometidos. Destaca-se, ainda, o risco de acidentes, como escorregões em superfícies molhadas e desprendimentos de elementos do forro ou revestimentos internos, podendo resultar em lesões físicas aos usuários da edificação.

#### **4.1 Análise das alterações feita na cobertura**

Diante dos problemas na impermeabilização da estrutura de cobertura, a empresa gestora do hospital, o Instituto de Vida e Saúde (INVISA), optou por uma solução paliativa: a instalação de uma cobertura metálica sobre as áreas de laje exposta, composta por estrutura metálica treliçada e telhas metálicas como ilustra a Figura 11.

Figura 11: Cobertura metálica sobre laje.



**Fonte:** Autoral, 2025.

Essa intervenção visa minimizar a incidência direta de intempéries sobre a manta asfáltica existente, retardando sua degradação e mitigando, ainda que parcialmente, os efeitos das falhas na impermeabilização.

A alternativa foi adotada com o objetivo de evitar a necessidade de retirada completa da manta asfáltica atual, o que demandaria a desmontagem de rede elétrica, cabeamento de rede e infraestrutura de climatização (máquinas condensadoras de ar condicionado), parte desses instalados diretamente sobre a superfície da laje, em desacordo com as boas práticas técnicas. A remoção e reposicionamento desses elementos implicariam em elevado custo e complexidade operacional.

Entretanto, ressalta-se que a instalação da cobertura metálica não soluciona os problemas já existentes na impermeabilização, tampouco substitui o tratamento técnico adequado das manifestações. Além disso, a cobertura metálica ainda não foi concluída em toda a extensão das lajes, expondo parcialmente áreas críticas da edificação à ação de agentes agressivos, como chuvas e variações térmicas, conforme evidenciado nas Figura 12.



Figura 12: Cobertura metálica não finalizada.



**Fonte:** Autoral, 2025.

Assim, a solução adotada, embora compreensível do ponto de vista operacional e econômico, deve ser considerada como uma medida temporária por não tratar, de fato, os defeitos de estanquidade da estrutura e as manifestações patológicas causadas em decorrência desses.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A impermeabilização é um dos aspectos mais relevantes da engenharia civil, referindo-se à durabilidade, segurança e habitabilidade das edificações. O desempenho insatisfatório de sistemas impermeabilizantes pode resultar em sérias manifestações patológicas, como infiltrações, mofo, delaminações de revestimentos, até em comprometimentos estruturais. Essas falhas tornam-se ainda mais críticas quando associadas à ausência de manutenção preventiva e à má execução durante as etapas construtivas.

O presente estudo investigou as falhas de impermeabilização em uma edificação específica, buscando compreender as causas técnicas das infiltrações e os efeitos negativos resultantes da ação da umidade sobre a estrutura e a salubridade do ambiente. A análise técnica permitiu a proposição de soluções corretivas e preventivas, alinhadas às normas técnicas brasileiras e às boas práticas da engenharia.

Dessa forma, os objetivos estabelecidos para a pesquisa foram devidamente alcançados, pois o estudo possibilitou uma compreensão aprofundada acerca das patologias decorrentes de falhas na impermeabilização, evidenciando as implicações da umidade sobre a durabilidade dos elementos construtivos. As manifestações patológicas observadas, como infiltrações, manchas, degradação de revestimentos e presença de fungos, tornaram possível identificar de maneira clara a origem dos problemas e suas consequências, contribuindo para o aprimoramento das práticas projetuais e executivas na construção civil.

No processo de construção, é imprescindível considerar, com atenção técnica, administrativa e legal, todos os elementos descritos no projeto executivo, especialmente os detalhes relacionados à proteção contra a ação da umidade e do vapor d'água. Ignorar os critérios técnicos definidos para a impermeabilização acarreta sérios riscos à estrutura da edificação, além de comprometer sua viabilidade econômica e funcional. As infiltrações, por serem umas das manifestações patológicas mais recorrentes, demonstram o quão indispensável é a correta especificação e aplicação de materiais impermeabilizantes no canteiro de obras.

O estudo de campo permitiu constatar falhas significativas na aplicação e manutenção do sistema impermeabilizante da laje de cobertura da edificação analisada, especialmente em pontos críticos como ralos, rodapés e encontros com tubulações. Essas deficiências, em desacordo com as normas da ABNT, foram responsáveis pelo acúmulo de água sobre a laje, pela perda de estanqueidade e pela consequente proliferação de agentes biológicos no interior do edifício, comprometendo não apenas a integridade da estrutura, mas também a saúde dos ocupantes.

As causas técnicas identificadas, como a aplicação incorreta da manta asfáltica, falhas na sobreposição e a inexistência de manutenção periódica, foram determinantes para o surgimento das patologias observadas. A proposta de tratamento apresentada é abrangente e se fundamenta na remoção completa da impermeabilização existente, na verificação do substrato estrutural, na correção do caimento da laje e na instalação de um novo sistema impermeabilizante resistente a radiação solar. Também se recomenda atenção especial aos detalhes construtivos e à adoção de rotinas de manutenção conforme as diretrizes da NBR 5674:2024 (ABNT,2024).

Os riscos à saúde humana e à integridade estrutural são consideráveis. A deterioração do concreto armado, com possível corrosão das armaduras, representa ameaça direta à segurança da edificação. Paralelamente, o ambiente insalubre criado pelas infiltrações prejudica a qualidade de vida dos usuários, principalmente daqueles com imunidade comprometida. Por esse motivo, torna-se essencial que as recomendações técnicas sejam rigorosamente seguidas, assegurando, assim, a habitabilidade e a longevidade da construção.

Em síntese, esta pesquisa evidencia não apenas as falhas técnicas na execução e manutenção da impermeabilização, como também ressalta a necessidade urgente de ações corretivas e estratégias eficazes de preservação das edificações. O estudo reforça a importância de uma postura proativa frente às questões relacionadas à impermeabilização e ao escoamento adequado das águas pluviais, considerando esses fatores como essenciais para prevenir danos futuros, manter a funcionalidade da edificação e preservar o valor técnico e econômico da obra.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 15575-3. Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 3: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas** -,2021. Rio de Janeiro,2021.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto** - procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 9575: Impermeabilização: Seleção e Projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 5674: 2024.Manutenção de edificações - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2024.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 9552: 2014.Manta asfáltica para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2014.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). **NBR 9574: 2009.Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT. **NBR NM 9 – Concreto e argamassa - Determinação dos tempos de pega por meio de resistência à penetração**. Rio de Janeiro, 2003.

ALVES, Leone Silveira (2017). **Patologias em residencial multifamiliar proveniente da ausência de impermeabilização**: estudo de caso Edifício Moradas do Sol – Imbituba/SC. Disponível em: <https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/3990/TCC%20ANDRE%20E%20LEONE%20-%20PATOLOGIAS%20EM%20RESIDENCIAL%20MULTIFAMILIAR%20PROVENIENTE%20DA%20AUSENCIA%20DE%20IMPERMEABILIZACAO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 02 jun. 2025.

BAUER, E.; VASCONCELOS, P. H.; GRANATO, J. E.; Sistemas de impermeabilização e isolamento térmico. In: **Materiais de Construção Civil** – Vol. 2 – 3ª Ed. São Paulo: IBRACON. 2017.

BRASIL. **LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020**. Lei atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Imprensa Nacional <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421> 1/26. **DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO**. Publicado em: 16/07/2020. Edição: 135. Seção: 1. Página: 1.

BRASIL. **LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. DOU de 03.08.2010.



CARVALHO, R. C.; FIGUEIREGO FILHO, J. R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: segundo a NBR 6118 e a proposta de 1999 (NB1/99). São Paulo, 2011.

CONDEIXA, Karina de Macedo Soares Pires. **Comparação entre materiais da construção civil através da avaliação do ciclo de vida**: sistema Drywall e alvenaria de vedação. Niterói, RJ, 2013. 210 f.

CECHINEL, B. M. *et al.* **Infiltração em alvenaria – Estudo de Caso em edifício na Grande Florianópolis**. 2007. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

KLEIN, D. L. Apostila do Curso de Patologia das Construções. Porto Alegre, 1999 - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.  
LAPA, J. S. **Patologia, Recuperação E Reparo Das Estruturas De Concreto**. Monografia, Especialização em Construção Civil – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

MEDEIROS, M. H. F. *et al.* P. Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto. Geraldo Cechella (Ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2011. Cap.22.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concrete**: microstructure, properties and materials – 3ª Ed. São Francisco: McGraw-Hill, 2014.

QUERUZ, F. **Contribuição para indentificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**. Santa Maria: UFSM, 2018. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria.

RIGHI, Geovane Venturini. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos**. Dissertação de mestrado. Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Orientadora Drª Denise de Souza Saad. Santa Maria, RS, Brasil, 2009.

WATANABE, R. **Recolocação de manta asfáltica na borda do ralo**.03 fev.2023.Disponível:<https://robertowatanabe.com.br/manta-asfaltica-ralo-1>. Acesso em 21 jul 2025.

SABINO, Rafaela. 2016. **Patologias causadas por infiltrações em edificações**. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=17&Cod=1775>. Acesso em 18 set. 2021.

SABBATINI F. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica da USP. **Impermeabilização – Sistemas e execução**. São Paulo, [2006]. 20 p. Disponível em: <http://pcc2436.pcc.usp.br>. Acesso em: 03 jun. 2025.

SOUZA, Vicente Custódio de; RIPPER, Thomaz. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1998.

TIVERON, H. B. **Laudo de Vistoria Técnica** – Fachatec Engenharia LTDA, Distrito Federal, 2009.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra, 1991.172p

VENTURINI, Jamila. **Características da cobertura condicionam escolha de sistema de impermeabilização**. Técnica, São Paulo, n. 205, abr. 2014.