



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO  
CAMPUS DE BALSAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PAULO VICTOR SCHERER OLIVEIRA**

**PATOLOGIAS NA IMPERMEABILIZAÇÃO: ESTUDO DE  
CASO DE UMA EDIFICAÇÃO COMERCIAL RECÉM-  
INAUGURADA.**

**BALSAS-MA  
2021**

Paulo Victor Scherer Oliveira

Patologias na impermeabilização: estudo de caso de uma edificação comercial recém-inaugurada.

Trabalho de Conclusão de Curso na modalidade Monografia, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Leandro Gomes Domingos

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Scherer Oliveira, Paulo Victor.

Patologias Na Impermeabilização: Estudo De Caso De Uma  
Edificação Comercial Recém-Inaugurada / Paulo Victor  
Scherer Oliveira. - 2021.

78 f.

Orientador(a): Leandro Gomes Domingos.

Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do  
Maranhão, Balsas, 2021.

1. Construção Civil. 2. Impermeabilização. 3.  
Patologias. I. Gomes Domingos, Leandro. II. Título.

Paulo Victor Scherer Oliveira

Patologias na impermeabilização: estudo de caso de uma edificação comercial recém-inaugurada.

Trabalho de conclusão de curso na modalidade Monografia, submetido à Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Aprovado em 16/09/2021**

---

Prof. Me. Leandro Gomes Domingos – Orientador

---

Prof. Me. Vinicius Farias de Albuquerque – Examinador interno

---

Eng(a). Esp. Gláucia Adriane de Sousa Sulzbach – Examinador externo

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por despertar em mim a busca pelo conhecimento e por ter me dado sabedoria durante toda a minha jornada na universidade.

A minha esposa Amanda Gabryelle Scherer por todo o apoio que foi fundamental para a realização e conclusão deste trabalho.

Aos profissionais que me concederam a oportunidade de trabalhar em um grande empreendimento na cidade de Balsas-MA, Eng. Luiz Otavio Lobo, Eng. Leopoldo Vinter, Eng. Caique Moura e aos investidores Sr. Pedro Cervi e Sr. Laci Barbian.

Ao meu orientador Prof. Me. Leandro Gomes Domingos por todos os ensinamentos passados durante a realização deste trabalho e ao longo da minha formação acadêmica

A todos que direta ou indiretamente contribuíram na construção do meu conhecimento.

## RESUMO

A impermeabilização se caracteriza por ser uma das etapas mais importantes na construção de edificações. Contudo, rotineiramente, essa fase da obra não há um investimento adequado, tanto na elaboração de um projeto específico de impermeabilização, quanto no uso de materiais adequados e execução de qualidade. Tal fato se deve principalmente pela prática de se almejar a economia máxima na construção civil, mas os custos para a correção de erros em patologias relacionadas a má execução ou falta de impermeabilização se tornam bem mais onerosos quando comparado a uma obra projetada e bem executada. À vista disso, este trabalho visa analisar o surgimento de patologias construtivas ligadas a problemas de impermeabilização em uma edificação comercial recém-construída na cidade de Balsas, Maranhão. Para o desenvolvimento deste trabalho, foram feitas visitas técnicas a fim de identificar os problemas da edificação estudada e produzido um parecer técnico das patologias existentes relacionadas a problemas na impermeabilização. Como resultado, foi possível identificar a presença de diversas patologias em vários pavimentos da edificação associadas a problemas originados de uma má execução do sistema impermeabilizante empregado durante a execução do empreendimento. Por conseguinte, devido a série de patologias identificadas, chegou-se à conclusão de que a impermeabilização é uma etapa relevante da obra e não deve ser realizada sem o auxílio de um projeto e de profissionais com experiência técnica no assunto.

**Palavras-chave:** Impermeabilização. Patologias. Construção Civil

## ABSTRACT

Waterproofing is characterized as one of the most important stages in the building construction. However, routinely, there is not an adequate investment during the waterproofing construction stage, both in the elaboration of a specific waterproofing project and in the use of adequate and good quality materials in the execution of this constructive system. This fact is mainly due to the practice of aiming for maximum savings in civil construction, but the costs to correct errors in pathologies related to poor execution or lack of waterproofing become much more expensive when compared to a well-designed and executed project. In view of this, this work aims to analyze the appearance of constructive pathologies related to waterproofing problems in a recently constructed commercial building in the city of Balsas, Maranhão. For the development of this work, technical visits were made to identify the problems of the building studied and a technical opinion of the existing pathologies related to waterproofing problems was produced. As a result, it was possible to identify the presence of several pathologies in various floors of the building associated with problems originating from poor execution of the waterproofing system employed during the execution of the project. Therefore, due to the series of pathologies identified, the conclusion was reached that waterproofing is an important construction stage and should not be done without the help of a project and professionals with technical experience in the subject.

**Keywords:** Waterproofing. Pathologies. Civil Construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução dos Custos .....	16
Figura 2 – Impermeabilização do Rodapé .....	18
Figura 3 – Métodos de Impermeabilização de Rodapé .....	19
Figura 4 – Impermeabilização de Ralos .....	20
Figura 5 – Parâmetros de Ensaio para Mantas asfálticas .....	22
Figura 6 – Inserção do Parafuso de Fixação das Telhas de Fibrocimento.....	26
Figura 7 – Teste de Verificação das Juntas de Dilatação .....	27
Figura 8 – Mapa de localização da área de estudo. ....	34
Figura 9 – Pavimento Pilotis.....	35
Figura 10 – Áreas Técnicas Cobertura .....	35
Figura 11 – Parafuso Fixado na parte Inferior da Onda da Telha.....	39
Figura 12 – Ponto de Infiltração na Sala da Gerência .....	40
Figura 13 – Pontos de Infiltração na Cozinha .....	40
Figura 14 – Pontos de Infiltração no Estacionamento Interno do Térreo.....	41
Figura 15 – Pontos de Infiltração na Lavanderia e Depósito.....	42
Figura 16 – Planta Baixa Térreo .....	43
Figura 17 – Planta Baixa Pilotis .....	44
Figura 18 – Detalhe do Estado da Manta Asfáltica .....	45
Figura 19 – Detalhe de Lâmpada Queimada Devido ao Acúmulo de Água .....	46
Figura 20 – Fissuras e Detalhe da Junta do Piso do Pilotis Interno.....	47
Figura 21 – Placa de Forro Manchada pela Infiltração.....	47
Figura 22 – Teste de Estanqueidade .....	48
Figura 23 – Ponto de Vazamento na Cobertura.....	49
Figura 24 – Infiltração na Passagem dos Drenos.....	49
Figura 25 – Vedação dos Furos na Laje da Cobertura.....	51
Figura 26 – Infiltração no Teto de um Apartamento .....	51
Figura 27 – Fissura na Parede de um Apartamento .....	52
Figura 28 – Fissura na Fachada do Prédio .....	53
Figura 29 – Falta de Junta de Movimentação na Fachada.....	53

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
2	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	10
3	<b>OBJETIVOS</b> .....	11
3.1	GERAL .....	11
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
4	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
4.1	FORMAS DE AÇÃO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES.....	12
4.1.1	<b>Umidade por Infiltração</b> .....	13
4.1.2	<b>Umidade pela Condensação</b> .....	13
4.1.3	<b>Umidade de Obra</b> .....	13
4.1.4	<b>Umidade Acidental</b> .....	13
4.1.5	<b>Umidade Ascensional</b> .....	13
4.2	PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO .....	15
4.2.1	<b>Defeitos na Impermeabilização</b> .....	18
4.3	TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO .....	20
4.4	MANTAS ASFÁLTICAS .....	21
4.5	INFILTRAÇÃO OU UMIDADE NO TELHADO .....	24
4.5.1	<b>Vazamentos no Sistema Pluvial</b> .....	24
4.5.2	<b>Vazamentos em Telhados Metálicos</b> .....	26
4.6	JUNTAS .....	26
4.6.1	<b>Juntas de Dilatação</b> .....	27
4.6.2	<b>Juntas de Movimentação em Fachadas</b> .....	27
4.7	LAUDO TÉCNICO .....	28
5	<b>METODOLOGIA</b> .....	33
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO .....	33
5.2	PESQUISA DE CAMPO.....	36
5.3	ESTUDO TÉCNICO SOBRE PATOLOGIAS RELACIONADAS À IMPERMEABILIZAÇÃO.....	37
5.4	ELABORAÇÃO DO LAUDO TÉCNICO .....	37
6	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	38
6.1	PATOLOGIAS DO HOTEL .....	38

<b>6.1.1</b>	<b>Goteiras no Porte-Cochère.....</b>	<b>38</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Infiltrações na Parte Interna do Térreo .....</b>	<b>39</b>
<b>6.1.3</b>	<b>Infiltrações nos Quartos do 4º Pavimento-tipo .....</b>	<b>48</b>
<b>6.2</b>	<b>AUSÊNCIA DE JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO NA FACHADA .....</b>	<b>52</b>
<b>6.3</b>	<b>ELABORAÇÃO DO LAUDO TÉCNICO .....</b>	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>
	<b>APÊNDICE A – LAUDO TÉCNICO .....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil está presente no cotidiano da humanidade há muitos anos. A exemplo, uma das preocupações do homem primitivo era de procurar abrigo em épocas chuvosas, sendo que as cavernas apareciam como a melhor opção, tendo em vista que elas protegiam da chuva, de animais e do frio. Com o tempo, percebeu-se que a umidade proveniente das cavernas podia surgir do solo ou teto, era transmitida para as paredes e, por conseguinte, devido a elevada umidade dentro desses ambientes, acaba-se tornando a vida nelas insalubre, o que motivou as civilizações daquela época a buscarem soluções que tornassem possível a vida nestes abrigos naturais (RIGHT, 2009). Foi dentro desta problemática que surgiu a prática da impermeabilização.

Relatos históricos apontam que as primeiras civilizações utilizavam como materiais impermeabilizantes óleos e betumes naturais a fim de protegerem os seus abrigos. Com o passar do tempo, algumas civilizações foram aprimorando o nível de suas construções, construindo não somente abrigos para moradias, mas também pontes, piscinas, muralhas, dentre outros modelos de construções, o que também exigia técnicas de impermeabilização para prolongar a vida útil destes modelos construtivos. Nas piscinas das termas romanas, por exemplo, aponta-se que foram utilizados óleos naturais para impermeabilizá-las (PICCHI, 1986).

Apesar dos avanços nos processos construtivos ao longo dos anos, ainda há uma série de problemas que acontecem no canteiro de obras, que podem ocasionar patologias em edificações industriais, comerciais e habitacionais, que devido ao alto crescimento urbano da civilização moderna acaba-se por se deixar passar algumas falhas construtivas (LOTTERMANN, 2014).

Quando não há uma devida fiscalização no canteiro de obras e nem mesmo é realizado uma correção nas falhas construtivas, aumenta-se as chances do surgimento de futuras patologias construtivas, tais como: rachaduras, trincas, infiltrações e excessiva umidade na edificação (LOTTERMANN, 2014).

Nos dias atuais, é sabido que a vida útil de uma edificação está diretamente ligada a qualidade na execução, como aponta o Instituto Brasileiro de Impermeabilização (IBI, 2010). Esse instituto, criado em 1975, tem como principal objetivo o estudo, a pesquisa e o desenvolvimento de produtos e serviços do mercado de produtos químicos voltados para construção civil.

De acordo com Verçoza (1991), os modelos construtivos modernos são um dos principais motivos que colaboram para o surgimento das patologias nas edificações, tendo em vista que se visa muito o máximo de economia nas construções, não se atentando a segurança na boa execução das etapas construtivas. Porém, um erro, que aparentemente pode ser simples, pode acarretar uma série de patologias construtivas que irão gerar custos muito maiores no futuro para a execução de correções.

Segundo dados fornecidos pelo IBI (IBI, 2010), os custos gerais do processo de impermeabilização são, em média, 2% do valor global de uma obra. No entanto, caso seja necessário executar este serviço após a identificação dos problemas de infiltração, os custos de correção podem alcançar 10% do valor global da construção (IBI, 2010). Tal fato evidencia a importância de se executar de maneira correta esta etapa da obra, levando em conta o método construtivo a ser aplicado e a qualidade dos materiais envolvidos no processo.

Sendo assim, este trabalho propõe demonstrar os problemas que a falta de um projeto de impermeabilização e má execução no processo de impermeabilização causam, como, por exemplo, erros de execução em juntas de dilatação, impermeabilização de lajes e outras falhas relacionadas ao tema. Consoante ao foco deste trabalho, será exposto um estudo de caso que relata patologias que surgiram em um hotel recém-inaugurado na cidade de Balsas, Maranhão.

## 2 JUSTIFICATIVA

Como em todo investimento se visa o máximo de lucro possível, em uma construção se segue este mesmo raciocínio. É comum que em todas as etapas de uma obra almeja-se a economia no investimento, na aquisição de materiais e na mão de obra. No entanto, sempre é necessário avaliar se a economia em algumas etapas construtivas se torna aceitável, pois sua adoção pode gerar problemas futuros que acabam não compensando devido as patologias que podem vir a surgir, como é no caso de problemas atrelados a má execução ou falta de impermeabilização.

Visando entender quais os principais vícios construtivos que levam ao aparecimento de falhas ou ausência de impermeabilização em etapas importantes da construção, este trabalho surge com o interesse em correlacionar a teoria e a prática, buscando identificar quais os principais erros que acontecem nessa etapa da obra. Sendo assim, o estudo pode servir como acervo técnico para profissionais da engenharia e como base para futuros estudos que visem aprofundar mais sobre a temática do trabalho.

A delimitação da área de estudo deste trabalho foi baseada nas principais patologias que foram identificadas no empreendimento escolhido para o estudo de caso. Esse empreendimento é um hotel que foi construído na cidade de Balsas/Maranhão, foi inaugurado no ano de 2020 e o autor deste trabalho participou como estagiário durante a construção desse prédio. Em menos de um ano da sua inauguração, a edificação apresentou problemas graves de infiltração, que acarretaram prejuízos financeiros aos investidores, devido aos danos causados em equipamentos eletrônicos, na mobília e nos quartos do hotel. Além disso, ainda há riscos a reputação da franquia nacional que administra o hotel, pois nos períodos com chuvas mais intensas os hóspedes reclamavam dos transtornos causados pelos vazamentos no prédio.

Sendo assim, este trabalho mostrará a importância que deve ser dada a presença do projeto de impermeabilização na construção civil e espera-se que as informações que serão apresentadas no decorrer do trabalho poderão ser de relevância para a região de Balsas/Maranhão.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 GERAL**

Analisar o surgimento de patologias construtivas ligadas a problemas de impermeabilização em uma edificação comercial recém-construída na cidade de Balsas, Maranhão.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Mapear os pontos em que foram encontrados os problemas de impermeabilização na edificação estudada;
- Identificar possíveis falhas ou ausências na execução que ocasionaram as patologias estudadas;
- Avaliar a falta das juntas de movimentação na fachada do prédio;
- Elaborar um laudo técnico apontando os potenciais motivos do surgimento das patologias de impermeabilização identificadas na edificação;

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

Inicialmente, patologia das edificações, de acordo com Caporrino (2018, p.44), é a ciência “que estuda as origens, as formas de apresentação, os aspectos e as possíveis soluções de anomalias nas edificações e como evitar que qualquer componente de uma edificação deixe de atender aos requisitos mínimos para os quais foi projetado.”. Inúmeros são os tipos de patologias existentes na construção civil e o surgimento desse problema é algo muito rotineiro no canteiro de obras, o que acaba gerando problemas futuros, podendo até afetar o funcionamento de empreendimentos.

Diversos são os motivos que levam ao aparecimento de patologias nas edificações, tendo a possibilidade de serem de origem natural, aqueles que surgem devido ao longo tempo de uso da edificação, e há também aquelas que acontecem devido à má execução do processo construtivo adotado, erros na concepção do projeto ou uso de materiais com qualidade duvidosa (CAPORRINO, 2018).

Nos tópicos seguintes serão indicados os tipos de impermeabilização utilizados no mercado, bem como a importância das juntas de movimentação.

### 4.1 FORMAS DE AÇÃO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES

Um dos problemas de mais difícil e onerosa correção são aqueles relacionados a infiltrações e umidades provenientes da ação da água (SILVA, 2018). Ao analisar o texto da norma de desempenho ABNT NBR 15575-4 (ABNT, 2021), é possível constatar que a água se caracteriza como o principal meio de degradação de boa parte dos materiais de construção, afetando de várias formas possíveis uma edificação, seja estruturalmente ou financeiramente (danificando móveis, aparelhos eletrônicos, dentre outros).

Além do texto presente na norma técnica citada, pesquisas realizadas em alguns países europeus retratam que a umidade é o motivo precursor das patologias nas edificações, bem como ela se caracteriza por ser o principal fator que ocasiona a degradação da estrutura de uma edificação, tendo em vista que a penetração da água pode ocorrer pelas fissuras ou poros das estruturas de concreto (GRANATO, 2017)

Uma das formas de ação da água é através da umidade, sendo que ela pode se manifestar por: infiltração, condensação, obra, acidental e ascensional (SILVA; OLIVEIRA, 2018).

#### **4.1.1 Umidade por Infiltração**

Neste tipo ocorre a passagem da umidade do meio externo para o interno, por exemplo, através do surgimento de pequenas trincas, alta tendência à absorção de umidade de alguns materiais ou falhas na execução de elementos construtivos. Este tipo de ação da água é originando, na grande maioria das vezes, pela ação da chuva.

#### **4.1.2 Umidade pela Condensação**

É causada quando a capacidade da superfície da parede de absorver a umidade é reduzida, havendo a precipitação da água para o meio externo. Tal fenômeno ocorre quando se tem uma considerável proporção de umidade no ar e em regiões que estão com a temperatura abaixo da condensação do vapor de água

#### **4.1.3 Umidade de Obra**

É a umidade proveniente da má execução de alguns tipos de serviços em que se utiliza água em sua composição, a exemplo das argamassas aplicadas na execução do emboço e reboco. Quando se respeita o tempo de cura do serviço, a umidade gerada pela argamassa é transmitida para a parte interna das alvenarias, aumentando assim o tempo de cura do reboco ou emboço.

#### **4.1.4 Umidade Acidental**

Quando acontece um rompimento em algum trecho do sistema hidrossanitário de uma edificação, tem-se como resultado o surgimento de infiltrações, que, por conseguinte, ocasionam uma umidade excessiva no local. Geralmente acontecem em edificações em que não se possui um plano de manutenção predial.

#### **4.1.5 Umidade Ascensional**

É definida quando se apresenta água vinda do solo como, por exemplo, uma presença constante de umidade proveniente dos lençóis freáticos mais superficiais, ocasionando a transmissão da água para as paredes, por capilaridade.

Verçoza (1991) também classifica a origem das umidades nas edificações em:

- Trazidas durante a construção: de acordo com Verçoza (1991), o aparecimento dessa umidade é comum e necessário nas obras, contudo ela acaba em

aproximadamente em seis meses. Essa umidade é encontrada no interior dos poros dos materiais, a exemplo da água utilizada para a produção de argamassa, pintura e concreto.

- Trazidas por capilaridade: De acordo com Verçoza (1991), se assemelha ao conceito da umidade ascensional, que é aquela umidade que sobe pelo solo úmido e geralmente surge no baldrame das edificações ou em estruturas que se utiliza materiais que dispõem de canais capilares. Esses canais servem como meio da água atingir o interior de uma edificação como, por exemplo, tijolos, madeiras, concreto etc.
- Trazidas pela chuva: segundo Verçoza (1991), a chuva se caracteriza como o um dos agentes mais rotineiros que pode gerar umidade. Fatores como velocidade, direção do vento, intensidade da precipitação, umidade do ar e fatores construtivos são itens que contribuem de uma forma significativa para o surgimento da umidade.
- Resultante de vazamentos em redes hidráulicas: A umidade gerada por esse tipo de origem, geralmente, é de difícil solução, tendo em vista que os vazamentos ocorrem, em boa parte dos casos, em locais de difícil acesso que podem estar escondidos na edificação, gerando bastante transtorno no funcionamento do edifício.
- Condensação: Verçoza (1991) traz uma definição semelhante à de Silva e Oliveira (2018), destacando que nesse tipo de umidade a água já está no ambiente e ela se estabelece na superfície da construção.

Na Quadro 1 tem-se uma síntese relacionando as umidades quanto a sua origem, bem como os locais em que elas podem estar presentes:

Quadro 1 – Umidade nas Edificações.

<b>Origens</b>	<b>Presente na</b>
Umidade proveniente da execução da construção	Confecção do concreto Confecção de argamassas Execução de pinturas
Umidade oriunda das chuvas	Cobertura (telhados) Paredes Lajes de terraços
Umidade trazida por capilaridade (umidade ascensional)	Terra, através do lençol freático
Umidade resultante de vazamento de redes de água e esgotos	Paredes Telhados Pisos Terraços
Umidade de condensação	Paredes, forros e pisos Peças com pouca ventilação Banheiros, cozinha e garagens

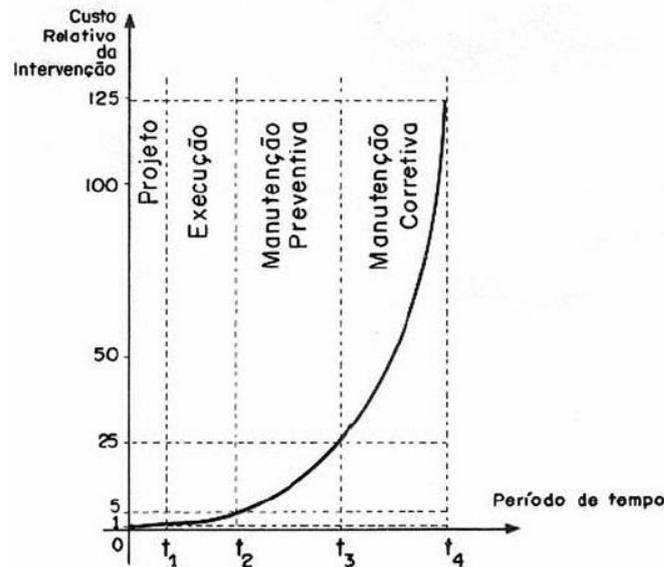
Fonte: Adaptada de Klein (1999).

#### 4.2 PROJETO DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Para que seja possível evitar a manifestação de patologias ligadas às formas de ação da água é de fundamental importância a realização de um projeto de impermeabilização para cada obra. A ABNT NBR 9575 (ABNT, 2010) trata exclusivamente do Projeto e Seleção de Impermeabilização e sua importância está ligada ao fato de que esta etapa construtiva se caracteriza por ser uma das partes fundamentais de uma obra.

Um erro de execução nessa fase pode acarretar problemas significativos no futuro, conforme descreve a Lei de Sitter (Figura 1) que mostra a evolução dos custos desde a fase de projetos até uma manutenção corretiva (DEUTSCH, 2013). De acordo com gráfico de custos (Figura 1), os custos voltados para manutenções corretivas são muito mais elevados quando comparado com as fases de projeto, de execução e de manutenção preventiva. Um detalhe dessa Figura 1 é que o custo relacionado a fase de projeto é tido como sendo a unidade base de referência.

Figura 1 – Evolução dos Custos



Fonte: Deustsch (2013).

Para que tal fato seja evitado, há uma norma detalhando todos os passos na produção de um projeto de impermeabilização, chamando atenção para este ponto: “para que sejam atendidos os requisitos mínimos de proteção da construção contra a passagem de fluidos, bem como os requisitos de salubridade, segurança e conforto do usuário, de forma a ser garantida a estanqueidade dos elementos construtivos que a requeiram.” (ABNT, 2010, p. 01)

Em seu texto a norma apresenta os requisitos gerais de um projeto básico de impermeabilização:

- a) evitar a passagem de fluidos e vapores nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrados ou não outros sistemas construtivos, desde que observadas normas específicas de desempenho que proporcionem as mesmas condições de estanqueidade;
- b) proteger os elementos e componentes construtivos que estejam expostos ao intemperismo, contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera;
- c) proteger o meio ambiente de agentes contaminantes por meio da utilização de sistemas de impermeabilização;
- d) possibilitar sempre que possível acesso à impermeabilização, com o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, de modo a ser evitada, tão logo sejam percebidas falhas do sistema impermeável, a degradação das estruturas e componentes construtivos. (ABNT, 2010, p. 11)

A norma ainda destaca que o projeto deve ser compatibilizado com o projeto arquitetônico e os demais projetos de engenharia da obra para que ele possa ser o mais

detalhado e preciso possível. Tal fato é importante pois, a partir desta compatibilização, pode-se chegar ao melhor método de aplicação do impermeabilizante possível (ABNT, 2010).

O item 6.3 da norma, esclarece quais as exigências que o projeto de impermeabilização deve atender, dentre eles estão:

a) resistir às cargas estáticas e dinâmicas atuantes sob e sobre a impermeabilização, tais como:

— Puncionamento: ocasionado pelo impacto de objetos que atuam perpendicularmente ao plano da impermeabilização;

— Fendilhamento: ocasionado pelo dobramento ou rigidez excessiva do sistema impermeabilizante ou pelo impacto de objetos pontuais sobre qualquer sistema;

— Ruptura por tração: ocasionada por esforços tangenciais ao plano de impermeabilização, devido à ação da frenagem, aceleração de veículos ou pela movimentação do substrato;

— Desgaste: ocasionado pela abrasão devido à ação de movimentos dinâmicos ou pela ação do intemperismo;

— Descolamento: ocasionado por perda de aderência;

— Esmagamento: redução drástica da espessura, ocasionada por carregamentos ortogonais ao plano de impermeabilização;

b) resistir aos efeitos dos movimentos de dilatação e retração do substrato e revestimentos, ocasionados por variações térmicas, tais como:

— Ruptura por tração: ocasionada por esforços tangenciais ao plano de impermeabilização, devido à ação da frenagem, aceleração de veículos ou pela movimentação do substrato;

— Descolamento: ocasionado por perda de aderência;

c) resistir à degradação ocasionada por influências climáticas, térmicas, químicas ou biológicas, tais como:

— Desgaste: ocasionado pela abrasão devido à ação de movimentos dinâmicos ou pela ação do intemperismo;

— Descolamento: ocasionado por perda de aderência;

d) resistir às pressões hidrostáticas, de percolação, coluna d'água e umidade de solo, bem como descolamento ocasionado por perda de aderência;

e) apresentar aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade físico-mecânica compatíveis com as solicitações previstas nos demais projetos;

(ABNT, 2010, p. 12).

Uma vez que todos estes requisitos e exigências presente na norma são atendidos, dificilmente haverá problemas nesta etapa da obra. Por isso, é de fundamental importância que as partes envolvidas na execução e os projetistas estejam em comunicação seguindo todo o detalhamento do projeto de impermeabilização.

Como forma de enfatizar a importância da presença de um projeto de impermeabilização, Pinetti (2012) analisou três obras a quais chamou de A, B e C, sendo que a obra A possuía uma laje de cobertura intransitável, a obra B possuía uma laje de cobertura transitável e a obra C uma laje no pavimento térreo exposta as intempéries. Essas três obras apresentaram diversos problemas de infiltração na edificação. Ao entrevistar os responsáveis pela construção de cada obra, foi constatado que em nenhuma delas houve a produção de um projeto de impermeabilização.

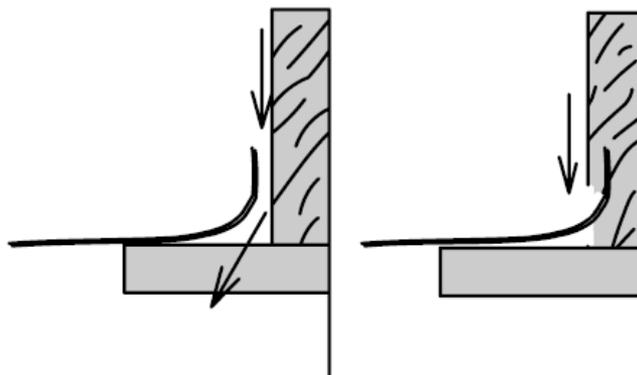
#### 4.2.1 Defeitos na Impermeabilização

Um dos problemas mais rotineiros quando se trata da falta ou ausência da impermeabilização são os que ocorrem nas lajes de cobertura. Problemas de infiltração e/ou vazamentos em lajes geralmente são ocasionados pela má execução ou ausência de um projeto de impermeabilização (SOUZA, 2008).

Dentre as etapas construtivas em que as patologias nas lajes mais acontecem, uma das que mais se constatam falhas é nas juntas de dilatação tema que será abordado de forma mais detalhada no item 4.6.

Outro local onde se tem boas chances de se apresentar infiltrações são nos rodapés, cujos defeitos na impermeabilização desta etapa acarretam a penetração da água no interior da estrutura. Verçoza (1991) descreve que a impermeabilização em rodapés deve ser prolongada em cerca de 20 a 30 centímetros do nível do piso acabado. Sendo que a dobra do rodapé deve estar devidamente dobrada de forma arredondada (Figura 2), tendo em vista que as maiores tensões da estrutura da edificação acontecem nas quinas das lajes, local que se tem mais chance de se romper o sistema de impermeabilização. Na Figura 2, quando a dobra está arredondada e no interior da alvenaria não é possível a penetração da água na estrutura.

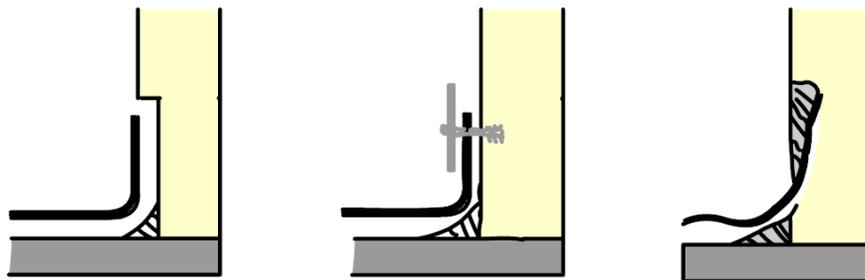
Figura 2 – Impermeabilização do Rodapé



Fonte: Verçoza (1991).

Verçoza (1991) detalha acerca das melhores formas de se fixar um rodapé (Figura 3). A imagem do meio consiste em um método de fixação do rodapé através de chapas de fibrocimento parafusadas. Na imagem à esquerda o rodapé é embutido por meio de canaletas e na imagem à direita o rodapé é fixado na alvenaria. Um ponto relevante enfatizado por Verçoza (1991, p.48) é que as arestas do rodapé não podem ficar soltas ou “vivas”, afirmando que “em impermeabilização, ângulo vivo é fatal”.

Figura 3 – Métodos de Impermeabilização de Rodapé



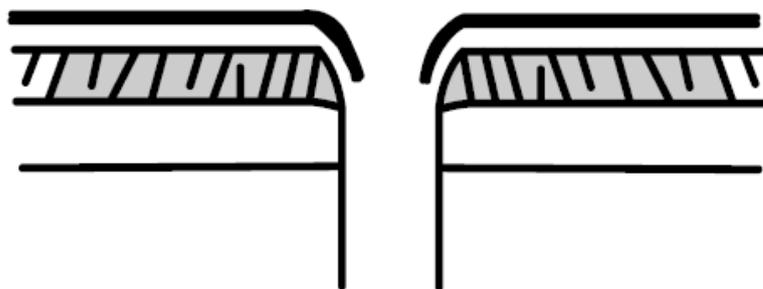
Fonte: Verçoza (1991).

Siqueira (2018) elaborou um estudo de caso de uma edificação no estado de Santa Catarina que apresentou problemas na impermeabilização na laje de cobertura. Ao ser inspecionado o local, foi possível observar que os cantos da laje as arestas da manta estavam soltas conforme ilustrado na Figura 2, ocasionando infiltrações no pavimento inferior.

Da mesma forma aconteceu no estudo de caso de Soares (2014). Em uma das obras analisadas em seu trabalho, observou-se a presença de fissuras em cima do rodapé de uma laje impermeabilizada, fato este que demonstra que não ocorreu a devida fixação da manta asfáltica na alvenaria da edificação.

Além dos rodapés, Verçoza (1991) aponta outro ponto potencial de problemas na impermeabilização: os ralos pluviais e as demais passagens de tubulações. O autor explica que os ralos devem estar dispostos na camada de impermeabilização, sendo que tal camada deve adentrar por pelos 10 centímetros e ser fixada sob o contorno do ralo, sem haver arestas vivas (Figura 4).

Figura 4 – Impermeabilização de Ralos



Fonte: Verçoza (1991).

É importante ressaltar que a impermeabilização deve ser protegida mecanicamente por um piso ou contrapiso, mesmo se não houver passagem de cargas sobre ela, tendo em vista que essa proteção mecânica combate os raios solares, que, uma vez incidindo sobre a impermeabilização, podem estragá-la (VERÇOZA, 1991).

#### 4.3 TIPOS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

A ABNT NBR 9575 (ABNT, 2010), em seu item 5, orienta em relação aos tipos adequados de impermeabilização a serem utilizados em cada caso, orientando a analisar qual o tipo de solicitação está agindo através do fluido e em quais regiões construtivas é necessária se ter estanqueidade, para que seja possível uma escolha mais precisa de qual tipo de impermeabilizante deve ser aplicado. As solicitações impostas pela água podem acontecer de quatro formas diferentes (ABNT, 2010):

- Pela água de percolação;
- Pela água de condensação;
- Pela umidade do solo;
- Pela pressão unilateral ou bilateral;

Os tipos de impermeabilizante a serem utilizados para cada tipo de solicitação são definidos pela norma de acordo com o principal material que compõe a camada impermeável. São eles:

- Cimentícios
  - i. Argamassa modificada com polímero;
  - ii. Argamassa polimérica;
  - iii. Cimento modificado com polímero;
  - iv. Argamassa com aditivo impermeabilizante.
- Asfálticos

- i. Membrana de asfalto elastomérico;
  - ii. Membrana de asfalto modificado sem adição de polímero;
  - iii. Membrana de emulsão asfáltica;
  - iv. Membrana de asfalto elastomérico, em solução;
  - v. Manta asfáltica.
- Poliméricos
- i. Membrana de poliuretano;
  - ii. Membrana de poliuréia;
  - iii. Membrana de poliuretano modificado com asfalto;
  - iv. Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento;
  - v. Membrana acrílica para impermeabilização;
  - vi. Manta de Policloreto de Vinila (PVC.), dentre outros poliméricos citados na norma.

Os impermeabilizantes também são divididos em dois sistemas de aplicação: rígidos ou flexíveis (IBI, 2018). O sistema de impermeabilização rígida é aquele aplicado em estruturas que não estão sob à exposição do sol, tendo em vista que a variação térmica gerada pode ocasionar movimentações que este tipo de sistema não é capaz de suportar. Os possíveis locais em que se aplica este sistema são em: piscinas enterradas, silos, poços de elevadores subsolos, por exemplo (VEDAZ, 2018).

Já a impermeabilização flexível tem a capacidade de suportar as variações térmicas causadas pelo sol, bem como as dilatações e contrações estruturais de uma edificação. Logo, ela é mais indicada para locais que estão expostos a movimentações, vibrações e as variações de temperatura como, por exemplo, lajes, varandas, calhas, terraços e barriletes (VEDAZ, 2018).

Dos sistemas indicados, será dado ênfase ao sistema flexível que utiliza material asfáltico tipo manta asfáltica, pois foi o material utilizado no caso analisado.

#### 4.4 MANTAS ASFÁLTICAS

A ABNT NBR 9952 (ABNT, 2014) define as mantas asfálticas como sendo produtos pré-fabricados em que o asfalto se caracteriza como elemento principal, e classifica esse tipo de material em quatro tipos, em função da tração e alongamento do material (Figura 5).

Figura 5 – Parâmetros de Ensaio para Mantas asfálticas.

Ensaio		Unidade	Tipo				Método de ensaio
			I	II	III	IV	
1. Espessura (mínimo)		mm	3 mm	3 mm	3 mm	4 mm	7.1
2. Resistência à tração e alongamento – (longitudinal e transversal)	Tração (mínimo)	<b>N</b>	<b>80</b>	<b>180</b>	<b>400</b>	<b>550</b>	<b>7.2</b>
	Alongamento (mínimo)	<b>%</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	
3. Absorção d'água – Variação em massa (máximo)		%	1,5	1,5	1,5	1,5	7.3
4. Flexibilidade a baixa temperatura <sup>a</sup> e.	Classe	A	– 10	– 10	– 10	– 10	7.4
		B	– 5	– 5	– 5	– 5	
		C	0	0	0	0	
5. Resistência ao impacto <sup>b</sup> a 0 °C (mínimo)		J	2,45	2,45	4,90	4,90	7.5
6. Escorrimento (mínimo)		°C	95	95	95	95	7.6
7. Estabilidade dimensional (máximo)		%	1 %	1 %	1 %	1 %	7.7
8. Envelhecimento acelerado	Mantas asfálticas expostas <sup>c</sup>	Os corpos de prova, após ensaio, não podem apresentar bolhas, escorrimento, gretamento, separação dos constituintes, deslocamento ou delaminação				ASTM G 154	
	Mantas asfálticas protegidas ou autoprotégidas <sup>d</sup>					7.8	
9. Flexibilidade após envelhecimento acelerado <sup>e</sup>	Classe	A	0	0	0	0	7.4
		B	5	5	5	5	
		C	10	10	10	10	

Fonte: ABNT (2014).

Figura 5 – Parâmetros de Ensaio para Mantas (continuação).

10. Estanqueidade (mínimo)	m.c.a.	5	10	15	20	7.9
11. Resistência ao rasgo (mínimo)	N	50	100	120	140	7.10
<p><sup>a</sup> Em mantas asfálticas autoprotetidas, o ensaio de flexibilidade é feito dobrando-se a amostra de forma a manter a face autoprotetida em contato com o mandril e verificando-se a ocorrência de fissuras no lado da massa asfáltica.</p> <p><sup>b</sup> Quando as mantas asfálticas forem aplicadas sobre o substrato rígido (por exemplo, concreto), utilizar a base de aço; quando forem aplicadas sobre substrato flexível (por exemplo, isolações térmicas deformáveis), utilizar a base de poliestireno ou a base em que efetivamente for aplicada a manta asfáltica.</p> <p><sup>c</sup> Exposição do corpo de prova a 400 h de intemperismo, ciclos de 4 h de ultravioleta a 60 °C e 4 h de condensação de água a 50 °C.</p> <p><sup>d</sup> Desconsiderar envelhecimento que possa ocorrer na camada antiaderente.</p> <p><sup>e</sup> Os ensaios de flexibilidade devem ser efetuados nas temperaturas estabelecidas na Tabela 1.</p>						

Fonte: ABNT (2014).

A partir da análise da classificação de cada tipo de manta asfáltica é possível decidir qual será utilizada para cada finalidade construtiva, de acordo com as características e particularidades de cada tipo de manta asfáltica.

A NBR 9575, em seu item 5.1, ainda especifica quais as características que as mantas devem possuir:

- a) apresentar compatibilidade entre seus constituintes: asfalto, armadura e acabamento nas mantas asfálticas autoprotetidas, de modo a formar um conjunto monolítico;
- b) suportar os esforços atuantes para os quais se destinam, mantendo-se estanques;
- c) apresentar superfície plana com espessura uniforme, de bordas paralelas, não serrilhadas;
- d) ser impermeáveis, resistentes à umidade e sem apresentar alteração de seu volume, quando em contato com a água;
- e) resistir aos álcalis e ácidos dissolvidos nas águas pluviais;
- f) apresentar armadura distribuída uniformemente em toda a sua extensão e que não se destaque, descole ou delamine ao longo do tempo (ABNT, 2014, p. 3).

A espessura das mantas pode variar entre 3 a 5 milímetros e sua colocação consiste, inicialmente, na aplicação de uma demão do composto de cimento asfáltico policondensado, usualmente chamado de Primer, por meio do uso de um rolo ou uma trincha. Em seguida, deve-se aguardar a secagem por um período de, no mínimo, seis horas. De acordo com Viapol (2008), as próximas etapas são:

- Alinhar a manta de acordo com o requadramento da área, iniciando a colagem no sentido dos ralos até aos pontos de maior elevação;
- Com o uso de um maçarico de gás GLP, começa-se a aderir a manta à superfície através da chama;

- Em emendas de um rolo de manta com o outro, deve-se haver uma sobreposição das mantas de, no mínimo 10 centímetros, para que se tenha uma vedação aceitável;
- A impermeabilização deve ser elevada a uma altura de 30 cm em relação ao piso acabado;
- Em pontos críticos, ralos, juntas de dilatação, deve-se aplicar reforços de manta;
- Finalizada a impermeabilização, a chama do maçarico deve ser apontada a uma distância de 1 metro para que o filme de polietileno, presente na manta, retraia-se. Tal ação é necessária, tendo em vista que o polietileno se solta causando o descolamento da proteção mecânica e do acabamento, podendo ocasionar futuras infiltrações.

O fabricante Viapol (2008) ainda faz uma recomendação quanto a recomendação de aplicação das mantas com espessura 3mm que devem ser aplicadas em situações em que há baixo tráfego, por exemplo: banheiros, cozinhas e sacadas, já a manta de 4 mm é recomendada para situação de médio e alto tráfego, como os estacionamentos e lajes.

#### 4.5 INFILTRAÇÃO OU UMIDADE NO TELHADO

Esse tipo de patologia tem como origem a água da chuva, geralmente ocasionada devido à presença comum de vazamentos no escoamento da água da chuva pelos sistemas pluviais ou por falhas no próprio telhado (SOUZA, 2008). Sendo assim, nesta seção serão apresentados os tipos de vazamentos mais rotineiros em edificações, bem como as possíveis causas.

##### 4.5.1 Vazamentos no Sistema Pluvial

Verçoza (1991) aponta que os vazamentos em rufos, calhas e demais aparelhos são bastante rotineiros em sistemas pluviais, geralmente são identificados através do aparecimento de goteiras, ou manchas em paredes ou forro que estão abaixo ou próximos dos condutores pluviais.

Algumas das possíveis causas que geram esse tipo de patologia são: soldas de calhas ou rufos danificadas ou incompletas, pregos enferrujados que podem causar furos nas calhas, dimensionamento incorreto da seção da calha que ocasiona o transbordo da água da chuva, entupimento dos tubos pluviais, falta de inclinação no caimento da tubulação ou até mesmo o caimento incorreto (SOUZA, 2008).

O quadro 2 traz um resumo dos locais de vazamento mais comuns, bem como em qual etapa o erro acontece, quais as possíveis causas e como a patologia é identificada.

Quadro 2 – Caracterização de Vazamentos no Sistema Pluvial.

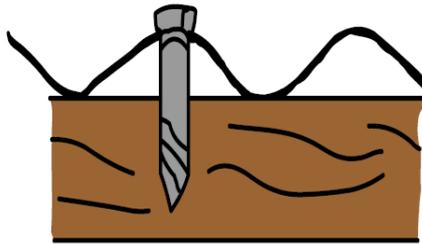
Locais de Vazamento	Erros de	Causas	Manifestações
Calhas Tubos de queda (condutores) Algerozes	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seção insuficiente para a vazão nas calhas e condutores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manchas nos forros e paredes</li> <li>• Goteiras</li> <li>• Escorrimento de águas pelas paredes</li> <li>• Mofo</li> <li>• Prevenção de vegetação nas calhas</li> </ul>
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldas incompletas ou rompidas</li> <li>• Pouco caimento para escoamento da água</li> <li>• Calhas sem apoio</li> <li>• Uniões inadequadas nos tubos de queda</li> <li>• Trespases insuficientes em algerozes, rufos, etc</li> <li>• Fixação insuficiente das algerozes nas paredes</li> </ul>	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradação dos materiais utilizados (oxidação das calhas)</li> <li>• Furos nas calhas e condutores</li> <li>• Entupimento por detritos (folhas, papel, etc)</li> <li>• Amassamento das calhas</li> </ul>	
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa Qualidade</li> </ul>	

Fonte: Adaptada de KLEIN (1999).

#### 4.5.2 Vazamentos em Telhados Metálicos

Outro tipo de patologia que ocorre é em telhados metálicos. Os vazamentos geralmente acontecem pela presença de fissuras ou a má vedação/colocação dos parafusos nas telhas, um ponto relevante é que os parafusos sempre devem ser inseridos na parte mais elevada das ondas das telhas (VERÇOZA, 1991), como é demonstrado na Figura 6.

Figura 6 – Inserção do Parafuso de Fixação das Telhas de Fibrocimento



Fonte: Adaptada de VERÇOZA (1991).

Assim como no Quadro 2 exibiu um resumo da caracterização dos vazamentos nos sistemas pluviais, o Quadro 3 apresenta uma série de possíveis causas de vazamentos que podem surgir em telhados compostos por telhas metálicas.

Quadro 3 – Caracterização de Vazamentos em Telhas de Metálicas

Metálicas Onduladas Auto-portantes	Projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caimento inadequado</li> <li>• Trespasses inadequados</li> <li>• Madeiramento mal dimensionado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amassamento</li> <li>• Corrosão</li> <li>• Gotejamento</li> <li>• Manchas</li> </ul>
	Execução	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pregos de fixação mal colocados e sem vedação</li> <li>• Disposição errada das telhas</li> <li>• Trespasses errados</li> </ul>	
	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baixa qualidade, muito finos, pouco resistente</li> </ul>	
	Manutenção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sem pintura protetora</li> <li>• Telhas com furos pela oxidação</li> </ul>	

Fonte: Adaptada de KLEIN (1999).

#### 4.6 JUNTAS

A junta corresponde a separação entre duas partes diferentes da estrutura, possibilitando que elas se movimentem livremente, tendo o conhecimento de que as edificações não são estáticas. Tal movimentação da estrutura é originada por variações térmicas, agitações estruturais e expansão hidráulica em virtude de cargas dinâmicas como o

vento, trânsito e possíveis obras próximas (SIQUEIRA, 2018). As juntas se dividem em juntas de dilatação e juntas de movimentação.

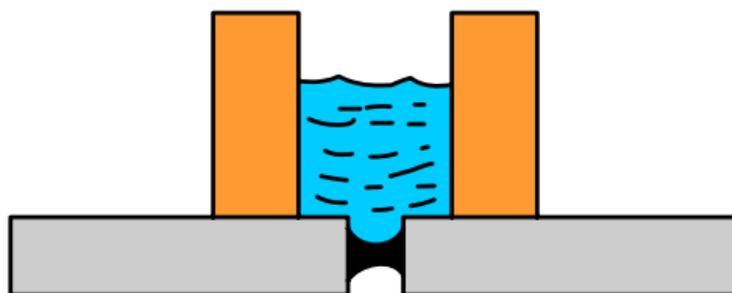
#### 4.6.1 Juntas de Dilatação

As juntas de dilatação são detalhes construtivos que se caracterizam por serem cortes executados ao longo de toda a extensão de edificações, tendo como principal finalidade reduzir as variações volumétricas causadas, dentre outros motivos, pela variação térmica e a retração hidráulica (RIGHI, 2009).

A ABNT NBR 9575 discorre que esse detalhe construtivo deve ser devidamente tratado: “as juntas de dilatação devem ser divisoras de água, com cotas mais elevadas no nivelamento do caimento, bem como deve ser previsto detalhamento específico, principalmente quanto ao rebatimento de sua abertura na proteção mecânica.” (ABNT, 2010, p. 14).

A Figura 7 demonstra como é realizado um teste de verificação da impermeabilidade em uma junta de dilatação, em que é construída uma barreira com tijolos, na qual é completada com água. Este teste é essencial e deve ser realizado na obra, pois caso seja encontrado algum ponto de infiltração será passível corrigi-lo antes de se inserir a proteção mecânica.

Figura 7 – Teste de Verificação das Juntas de Dilatação



Fonte: Adaptado de Verçoza (1991 apud SOUZA, 2008).

#### 4.6.2 Juntas de Movimentação em Fachadas

De acordo com a ABNT NBR 8214 (ABNT, 1983, p. 2), as juntas de movimentação se caracterizam por ser uma “junta intermediária, normalmente mais larga que as juntas de assentamento, projetada para aliviar tensões provocadas pela movimentação da parede e/ou do próprio revestimento”.

O surgimento de fissuras nas edificações está entre os problemas mais rotineiros que ocorrem em prédios. Uma das prováveis causas que geram tais fissuras é a ausência ou a má execução das juntas de movimentação, o que acaba gerando o deslocamento de revestimento cerâmico na fachada, quando há este tipo de revestimento, e o surgimento de infiltrações nas fachadas. A execução deste tipo de junta para aliviar as tensões de movimentação da estrutura da edificação normalmente é esquecida pelos construtores (GRANATO, 2002).

Por conseguinte, a junta de movimentação tem a função preponderante de diminuir o impacto causado por esses esforços de movimentação e, em vez das fissuras ou trincas surgirem em paredes ou pisos do prédio, quando se executa as juntas de movimentação, o esforço é direcionado para a junta, pois essa região apresenta uma menor espessura de concreto, se caracterizando como a região mais frágil. Como a junta é selada com impermeabilizantes flexíveis, ela se torna resistente a passagem de água, prevenindo umidades excessivas e infiltrações (SIQUEIRA, 2018).

Para juntas de movimentação em estruturas de concreto, a ABNT NBR 13755 traz uma orientação acerca do posicionamento da junta na estrutura:

No caso de juntas horizontais em estruturas reticuladas de concreto com vedação em alvenaria, convém que sejam posicionadas a cada pavimento, coincidindo com a interface alvenaria/estrutura (fundo de viga), uma vez que esta tende a ser a região mais suscetível a movimentos diferenciais (ABNT, 2017, p.17).

#### 4.7 LAUDO TÉCNICO

O laudo técnico consiste em uma avaliação sobre um problema ou uma situação recorrente em um determinado lugar. Sua elaboração consiste na realização de visitas técnicas no local de estudo, bem como na produção de um parecer baseado em conhecimento técnico e na experiência vivenciada de trabalho (IBEC, 2020).

Uma das normas técnicas que serve como base na elaboração dos laudos técnicos é a ABNT NBR 13752 (ABNT, 1997), que trata sobre a Perícia de Engenharia na Construção Civil, servindo como diretriz básica e definindo os procedimentos relacionados as perícias na engenharia civil. Em seu texto a norma deixa claro a sua importância na elaboração de documentos técnicos “esta Norma é exigida em todas as manifestações escritas de trabalhos periciais de engenharia na construção civil” (ABNT, 1997, p. 1).

Outra norma que serve como orientação para a elaboração dos laudos é a norma técnica de Inspeção Predial Nacional, desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE). O IBAPE é um órgão federativo nacional, formado por

engenheiros, arquitetos e agrônomos, que no âmbito da inspeção predial visa servir como ferramenta para uma avaliação mais detalhada de uma edificação, baseando-se nas normas brasileiras vigentes (IBAPE, 2012).

Em seu texto, a norma do instituto descreve sobre: os níveis de inspeção predial, tipos de inspeção predial (natureza do elemento construtivo a ser inspecionado) e o grau de risco das patologias da edificação (IBAPE, 2012).

No que se refere aos níveis de inspeção predial a IBAPE (2012) detalha que:

- a) A inspeção predial é dividida conforme a sua complexidade da inspeção e da elaboração do laudo, em que é avaliado as características técnicas da edificação e da operação e manutenção existentes no local a ser inspecionado, sendo assim classificada em nível 1, nível 2 e nível 3. Vale ressaltar que quem determina o nível da classificação é o inspetor predial após realizar a análise de todos os fatores envolvidos;
- b) O nível 1 é aquele feito em locais com um nível de complexidade técnica baixa, é aplicado em edificações com planos de manutenção limitados ou inexistentes;
- c) O nível 2 de inspeção é aplicado em edificações com média complexidade técnica, que possuem padrões construtivos médios, e é empregada em prédios com vários pavimentos, em edificações que podem ou não possuir planos de manutenção. No caso em que há plano de manutenção, algumas atividades são terceirizadas como, por exemplo, manutenção de bombas, reservatórios de água e portões;
- d) O nível 3 é realizado em edificações com alto nível de complexidade técnica que possuem sistemas construtivos mais sofisticados, bem como padrões construtivos superiores. Todas as edificações classificadas nesse nível possuem uma manutenção própria e um responsável técnico, trabalhos referentes a esse nível de inspeção também são chamados de auditoria técnica;

Sobre os graus de risco da inspeção predial a IBAPE (2012) expõe que:

- a) O grau de risco possui a função de classificar as falhas ou anomalias que estão presentes na edificação e foram identificados na inspeção, que podem causar algum risco aos usuários, meio ambiente e ao patrimônio, são divididos em: crítico, médio e mínimo;
- b) O grau crítico é aquele com possibilidade de causar danos à saúde e segurança dos usuários da edificação, além de prejudicar a sua funcionalidade,

comprometer a vida útil e causar despesas financeiras onerosas na recuperação das anomalias encontradas;

- c) O grau médio é aquele que promove danos de forma parcial aos elementos da edificação, sem afetar de forma direta o seu funcionamento, geralmente acontece quando se constata a deterioração precoce de algum elemento inspecionado;
- d) O grau de risco mínimo é caracterizado quando são identificados danos que apenas geram riscos a estética da edificação ou que geram pouco ou nenhum risco ao valor imobiliário do imóvel;

A norma da IBAPE (2012) aborda sobre as anomalias e falhas que afetam o desempenho técnico e funcional da edificação, sendo que ela faz uma divisão da classificação das anomalias e das falhas. No que se refere as anomalias, podem ser endógenas, exógenas, naturais ou funcionais:

- a) Endógena: com origem da própria edificação, as anomalias podem ser ocasionadas por erros no projeto, execução ou dos materiais que foram aplicados;
- b) Exógena: são aquelas anomalias ocasionados por motivos não atrelados a construção da edificação, causadas por terceiros;
- c) Natural: provocada por fenômenos da natureza;
- d) Funcional: são anomalias que surgem pelo fato de a vida útil da edificação já estar chegando ao fim, em que os elementos construtivos estão desgastados devido ao envelhecimento natural;

No tocante as falhas, a IBAPE (2012) classifica quanto a falhas no planejamento, execução, operacionais ou gerenciais:

- a) De planejamento: são falhas originadas por procedimentos ou especificações mal planejados que não respeitaram as especificações técnicas vigentes;
- b) De execução: são falhas que ocorreram devido a execução incorreta de sistemas construtivos, inserindo também o uso de materiais inadequados na execução;
- c) Operacionais: quando há falhas no controle, registros e outras atividades relacionadas a operação do uso da edificação;
- d) Gerenciais: falhas que aconteceram por não ter ocorrido o devido controle e acompanhamento da qualidade das atividades de manutenção;

A norma da IBAPE (2012) realiza outra classificação quanto ao uso da edificação baseando-se pelo que consta na documentação técnica da edificação, podendo ser regular ou irregular:

- a) Regular: se caracteriza como um uso regular a edificação que está sendo ocupada e funcionando de acordo com o que foi projetado na sua construção;
- b) Irregular: quando a edificação está sendo utilizada de uma forma que não foi projetada, caracterizando com de uso irregular;

A norma da IBAPE (2012) aborda outras informações relevantes para uma correta confecção de um laudo técnico:

- a) É aconselhável que a vistoria técnica seja sistêmica e abranja, pelo menos alguns dos itens destes sistemas construtivos: estrutura, instalações hidrossanitários, impermeabilização, elevadores, coberturas, instalações elétricas e outros sistemas descritos na norma no seu item 4.5;
- b) No que concerne a vistoria a mesma deve se iniciar com uma entrevista com algum dos responsáveis pela edificação a fim de tomar conhecimentos das características gerais do local;
- c) Deve ser solicitada aos responsáveis as documentações administrativas e técnicas que estão relacionadas ao conteúdo de análise da inspeção;
- d) No tangente a ordem dos itens analisados na inspeção predial, a norma recomenda que sejam percorridos em ordem decrescente em relação ao grau de risco e gravidade das anomalias e falhas;

Além dessas informações a norma da IBAPE (2012), em sua seção 17, destaca os tópicos essenciais que um laudo deve conter:

- Identificação do solicitante;
- Classificação do objeto da inspeção;
- Localização;
- Data da Diligência;
- Descrição Técnica do objeto;
- Tipologia e Padrão Construtivo;
- Utilização e Ocupação;
- Idade da edificação;
- Nível utilizado;
- Documentação solicitada, documentação entregue e documentação analisada;

- Descrição do Critério e Método da Inspeção Predial;
- Das informações gerais consideradas;
- Lista de verificação dos elementos construtivos e equipamentos vistoriados;
- Descrição e localização das respectivas anomalias e falhas constatadas;
- Classificação e análise das anomalias e falhas quanto ao grau de risco;
- Indicação de prioridade;
- Recomendações técnicas;
- Relatório Fotográfico;
- Data do laudo;
- Assinatura do(s) profissional (ais) responsável (eis), acompanhado do nº do CREA ou do CAU e nº do IBAPE
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou Registro de Responsabilidade Técnica (RRT);

## 5 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa descritiva, em que foi analisado os fatores que levaram a ocasionar as patologias constatadas no edifício escolhido para o estudo de caso.

A elaboração desta pesquisa foi dividida nas seguintes etapas:

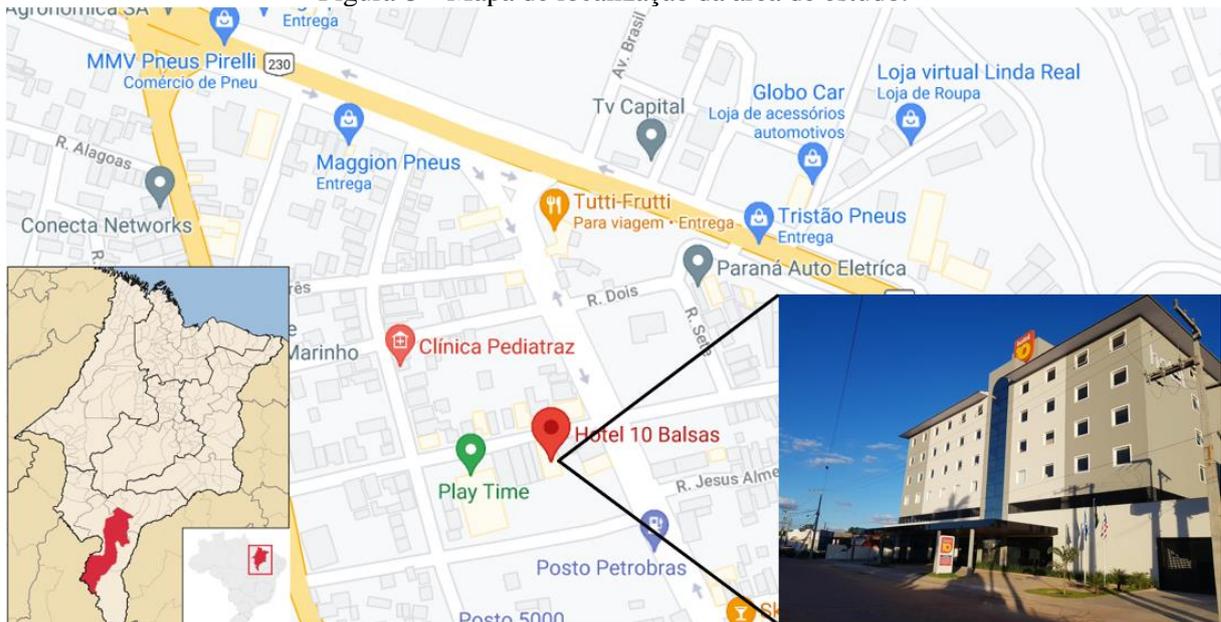
- Caracterização do estudo de caso;
- Pesquisa de Campo;
- Estudo Técnico sobre Impermeabilização;
- Elaboração do Laudo Técnico;

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

A caracterização do estudo de caso foi realizada através do levantamento de informações sobre o empreendimento do estudo, que foram adquiridas por meio de conversas com a equipe técnica que participou da obra, bem como com os investidores da edificação. Uma vez realizado todo o levantamento, foi possível ter acesso as plantas dos projetos arquitetônicos e de engenharia (elétrico, hidrossanitário e estrutural) do prédio. Sendo assim, foi possível realizar um detalhamento mais preciso das informações necessárias para este estudo de caso.

O edifício de comercial do estudo de caso se caracteriza como sendo do ramo de hotelaria, composto por seis pavimentos (Figura 8), executado em estrutura de concreto armado convencional (laje, viga e pilar) e está localizado no bairro Setor Industrial, na cidade de Balsas, Maranhão.

Figura 8 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Adaptado do Google Maps (2021)

Os pavimentos deste hotel são definidos da seguinte forma:

- **Térreo:** pavimento em que estão situados a recepção, sala da gerência, salão de eventos, sala de reunião, banheiros comuns, restaurante e demais áreas de serviço (lavanderia, cozinha, copa para funcionários e almoçarifados);
- **Pilotis:** pavimento destinado para o estacionamento dos hóspedes e onde estão localizados os condensadores das máquinas de climatização do térreo (Figura 9), sendo que este estacionamento possui uma área externa sem cobertura (Pilotis Externo) e uma parte interna (Pilotis Interno);
- **Pavimentos-tipo:** são quatro pavimentos em que estão localizados os quartos dos hóspedes, sendo que cada pavimento possui 20 quartos e *hall* do elevador;
- **Cobertura:** corresponde a área técnica do hotel, em que estão dispostos os reservatórios de água fria e quente, captação de água da chuva e demais instalações hidrossanitárias e elétricas. Um ponto interessante de se ressaltar é que a cobertura é composta por quatro áreas técnicas que não estão cobertas, mas impermeabilizadas e com ralos pluviais. Nestas áreas técnicas estão dispostos os condensadores do sistema de climatização dos apartamentos (Figura 10);

Figura 9 – Pavimento Pilotis



Fonte: Do autor

Figura 10 – Áreas Técnicas Cobertura



Fonte: do autor

Tendo em vista que o pavimento térreo foi o setor em que mais se teve problemas de infiltrações, foi realizado um detalhamento dos cômodos em que as infiltrações se manifestaram e os pontos correspondentes de origem destas infiltrações no pavimento Pilotis, a fim de mostrar o quanto um erro de execução de impermeabilização pode afetar o funcionamento de um empreendimento.

A construção do edifício teve a duração de aproximadamente dois anos, tendo início no ano de 2018 e sendo inaugurado em agosto de 2020. A obra contou com uma empresa gerenciadora da obra e a execução da obra foi feita por uma construtora local.

Um ponto interessante de se destacar é que este hotel pertence a uma franquia nacional, com mais de 10 unidades instaladas no país. Sendo assim, todos os hotéis possuem uma avaliação interligada, ou seja, uma má avaliação de um hóspede do hotel nas plataformas digitais (*Booking, tripadvisor*, dentre outros) influencia na marca da franquia como um todo. Dessa forma, é de fundamental importância a manutenção da qualidade em cada franquia.

## 5.2 PESQUISA DE CAMPO

Foram realizadas três visitas técnicas no local do estudo de caso. A primeira visita, realizada no dia 01 de fevereiro de 2021, teve como objetivo a realização de uma conversa com os investidores do empreendimento em que foi apresentado algumas patologias construtivas em menos de um ano de inauguração. Nesta primeira abordagem foi possível: analisar quais eram os principais problemas que estavam prejudicando o funcionamento do estabelecimento comercial, tirar as primeiras fotos do local e solicitar as plantas dos projetos arquitetônico e de engenharia (estrutural, hidrossanitário e elétrico).

Após realizar uma análise dos projetos e dos pontos fotografados, foi realizada a segunda visita, no dia 15 de fevereiro do corrente ano. Nessa visita foi feita uma quebra de uma parte da alvenaria do pavimento Pilotis para analisar o estado e as características da manta asfáltica aplicada na laje.

Por conseguinte, o próximo passo foi entrar em contato com os responsáveis técnicos que executaram os serviços que apresentaram tais manifestações patológicas, a fim de analisar qual o método aplicado nos processos construtivos como, por exemplo, a técnica de impermeabilização aplicada, se houve a elaboração de algum projeto de projeto de impermeabilização, bem como solicitar o relatório fotográfico da obra.

Na data em que foi efetuada a terceira visita, na cidade, foi possível identificar alguns pontos de infiltração presentes no prédio, bem como alguns vestígios de fissuras nos andares superiores, que se apresentaram como potenciais pontos de infiltração a curto prazo. Sendo

assim, foram efetuados registros fotográficos nos pontos em questão, para, posteriormente, ser realizado um estudo técnico do que está originando os problemas relatados pelos investidores do empreendimento.

### 5.3 ESTUDO TÉCNICO SOBRE PATOLOGIAS RELACIONADAS À IMPERMEABILIZAÇÃO

Inicialmente, foi realizado um estudo nas normas técnicas vigentes, como as normas ABNT NBR 1575 (ABNT, 2021) e 9574 (ABNT, 2008), que tratam sobre a seleção, execução e projeto de impermeabilização, e pesquisou-se sobre as principais técnicas de execução do serviço prestado neste empreendimento, buscando informações em guias técnicos de fabricantes e fornecedores dos materiais envolvidos no processo. Com isso, tornou-se possível realizar um estudo comparativo que uniu as informações e indicações de fornecedores e as orientações disponíveis nas principais normas técnicas relacionadas ao tema.

### 5.4 ELABORAÇÃO DO LAUDO TÉCNICO

Uma vez tendo acesso a todo o apanhado de informações expostos no trabalho, foi possível a produção de um laudo técnico, seguindo as orientações da ABNT NBR 13752 (ABNT, 1996) – Perícias da Engenharia na Construção Civil e da norma de inspeção predial IBAPE (2012).

O laudo tem como finalidade apontar os principais problemas encontrados e suas possíveis causas, bem como indicar a gravidade que estes problemas causam para o empreendimento, expondo com objetividade todas as informações e conclusões constatadas.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item, primeiramente será abordado sobre as patologias que aconteceram no pavimento Térreo do hotel. Por conseguinte, será discorrido sobre as infiltrações na cobertura do prédio, em seguida sobre as infiltrações identificadas em alguns pavimentos, posteriormente sobre a ausência de juntas de movimentação na fachada e finalizando este tópico serão discutidas as informações contidas no laudo técnico deste trabalho (Apêndice A).

### 6.1 PATOLOGIAS DO HOTEL

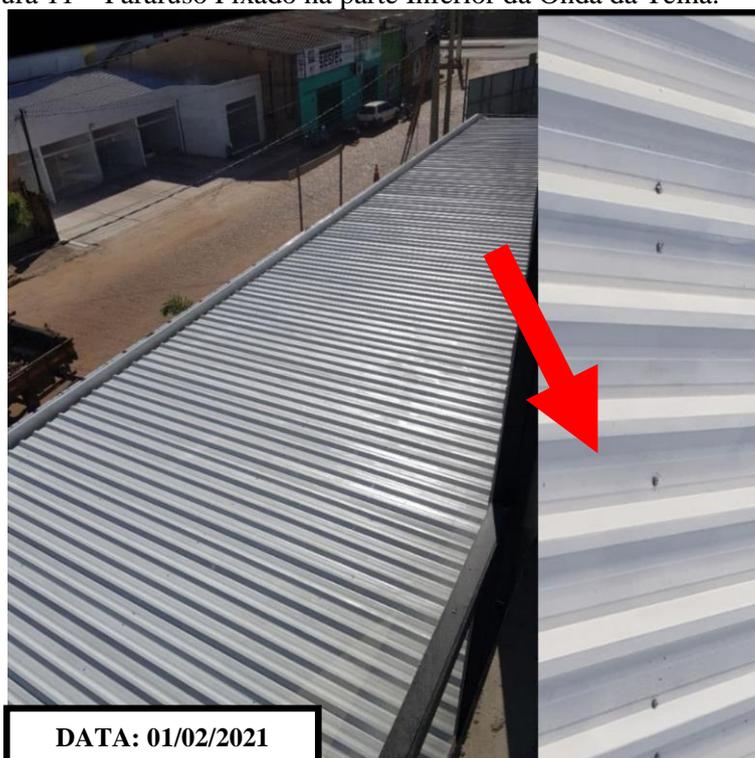
Um fato que os investidores deste empreendimento não esperavam acontecer foi o surgimento de uma série de patologias com menos de seis meses após sua inauguração. Tais patologias, em sua maioria, estavam ligadas a problemas de infiltração, umidade e goteiras na parte externa e interna do prédio.

No pavimento térreo foram identificados vazamentos no *porte-cochère* (porta de entrada de veículos dos hóspedes para o *check in*), com a presença de goteiras no telhado em períodos de chuva, além de infiltrações na sala da gerência, cozinha, recepção e lavanderia. Já no quarto pavimento-tipo (quinto andar), alguns quartos apresentaram infiltrações no teto.

#### 6.1.1 Goteiras no Porte-Cochère

O *porte-cochère* do hotel é composto por uma estrutura com quatro pilares que sustentam a cobertura composta por tesouras metálicas que estão fixadas na estrutura do prédio. A cobertura do *porte-cochère* é feita com telhas metálicas com formato trapezoidal (Figura 1).

Figura 11 – Parafuso Fixado na parte Inferior da Onda da Telha.



Fonte: Do autor.

As goteiras nessa estrutura foram identificadas no período de chuva, o que ocasionou a perda de algumas lâmpadas. Ao se analisar a cobertura do *porte-cochère* é possível identificar que alguns parafusos de fixação das telhas foram perfurados na parte inferior da onda da telha (Figura 11 à direita), ou seja, foram executados de maneira incorreta, pois os parafusos devem sempre ser fixados na parte mais alta da onda com a devida vedação, o que evita a passagem da água para o interior da cobertura.

### 6.1.2 Infiltrações na Parte Interna do Térreo

Foi encontrado infiltração na sala da gerência (Figura 12), na cozinha (Figura 13), no estacionamento do térreo (Figura 14) e na lavanderia (Figura 15).

Pela figura 12 nota-se uma mancha da infiltração na sala da gerência ao lado do ar-condicionado. Ao se analisar este ponto, primeiramente, foi verificado se havia algum dreno da tubulação do aparelho no ponto em que se identificou a mancha. No entanto, chegou-se à conclusão de que a tubulação da central de ar não estava localizada no ponto de infiltração da água e que tal infiltração era originada da laje do pavimento superior.

Figura 12 – Ponto de Infiltração na Sala da Gerência



Fonte: Do autor.

A Figura 13 ilustra uma marca de infiltração no revestimento de uma viga localizada na cozinha que, da mesma forma como mostrado na Figura 12, tem origem da laje do pavimento superior.

Figura 13 – Pontos de Infiltração na Cozinha



Fonte: Do autor.

Os pontos de infiltração ilustrados na Figura 14, estão localizados exatamente abaixo da junta de dilatação do prédio executada no pavimento Pilotis, fato este que reforça a má execução da impermeabilização da junta.

Figura 14 – Pontos de Infiltração no Estacionamento Interno do Térreo.



Fonte: Do autor.

As infiltrações da Figura 15 também correspondem exatamente abaixo da junta de dilatação do pavimento Pilotis, estas áreas ficam abaixo da rampa que dá acesso ao estacionamento superior.

Figura 15 – Pontos de Infiltração na Lavanderia e Depósito.

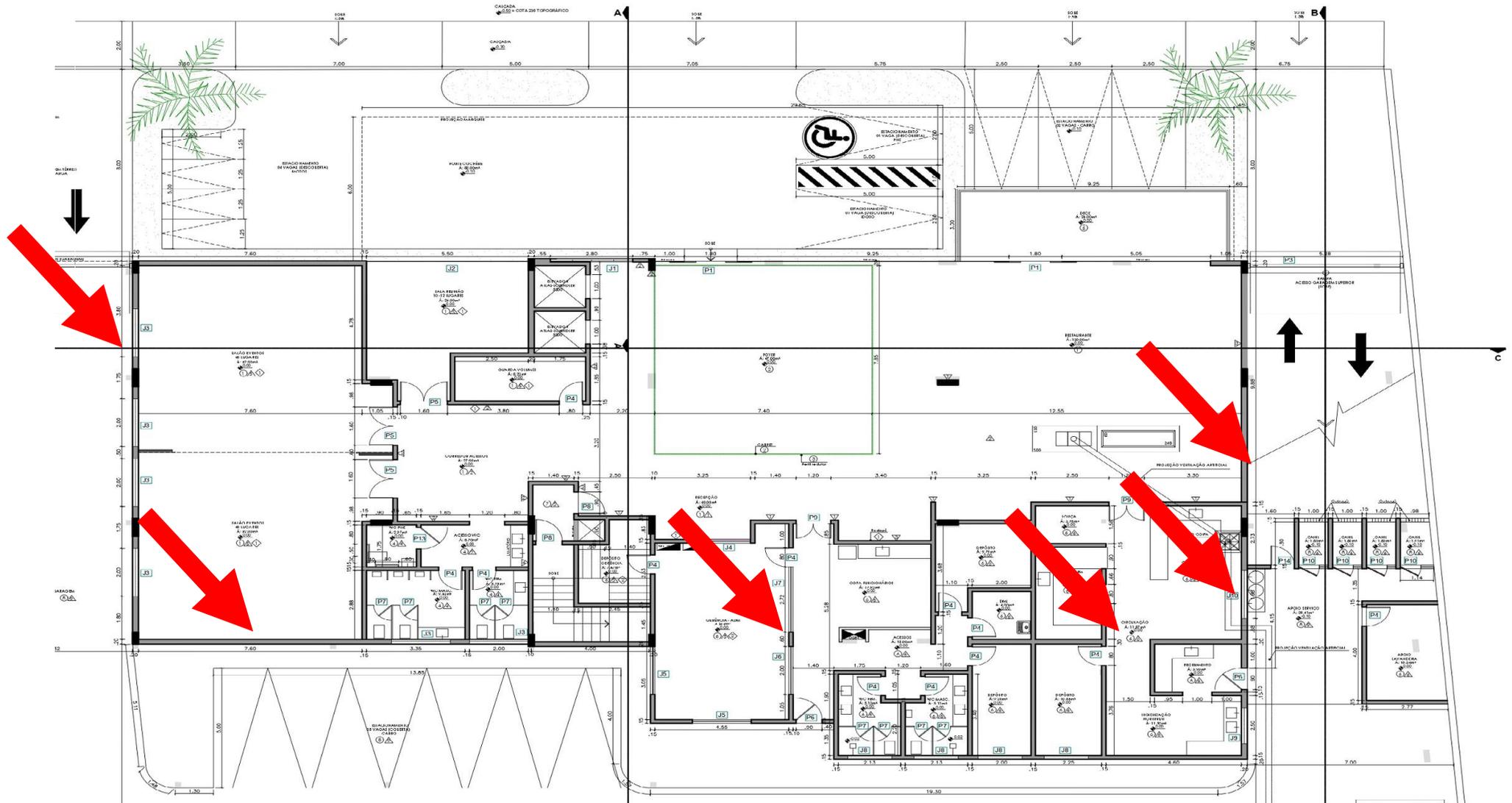


Fonte: Do autor.

Na Figura 16 é apresentado a planta baixa do pavimento térreo, sendo que setas em vermelho indicam os locais em que os pontos de infiltração estão dispostos. Por conseguinte, na Figura 17 é mostrada a planta do pavimento pilotis. Neste pavimento há uma junta de dilatação que divide a estrutura da laje do Pilotis com a estrutura do prédio.

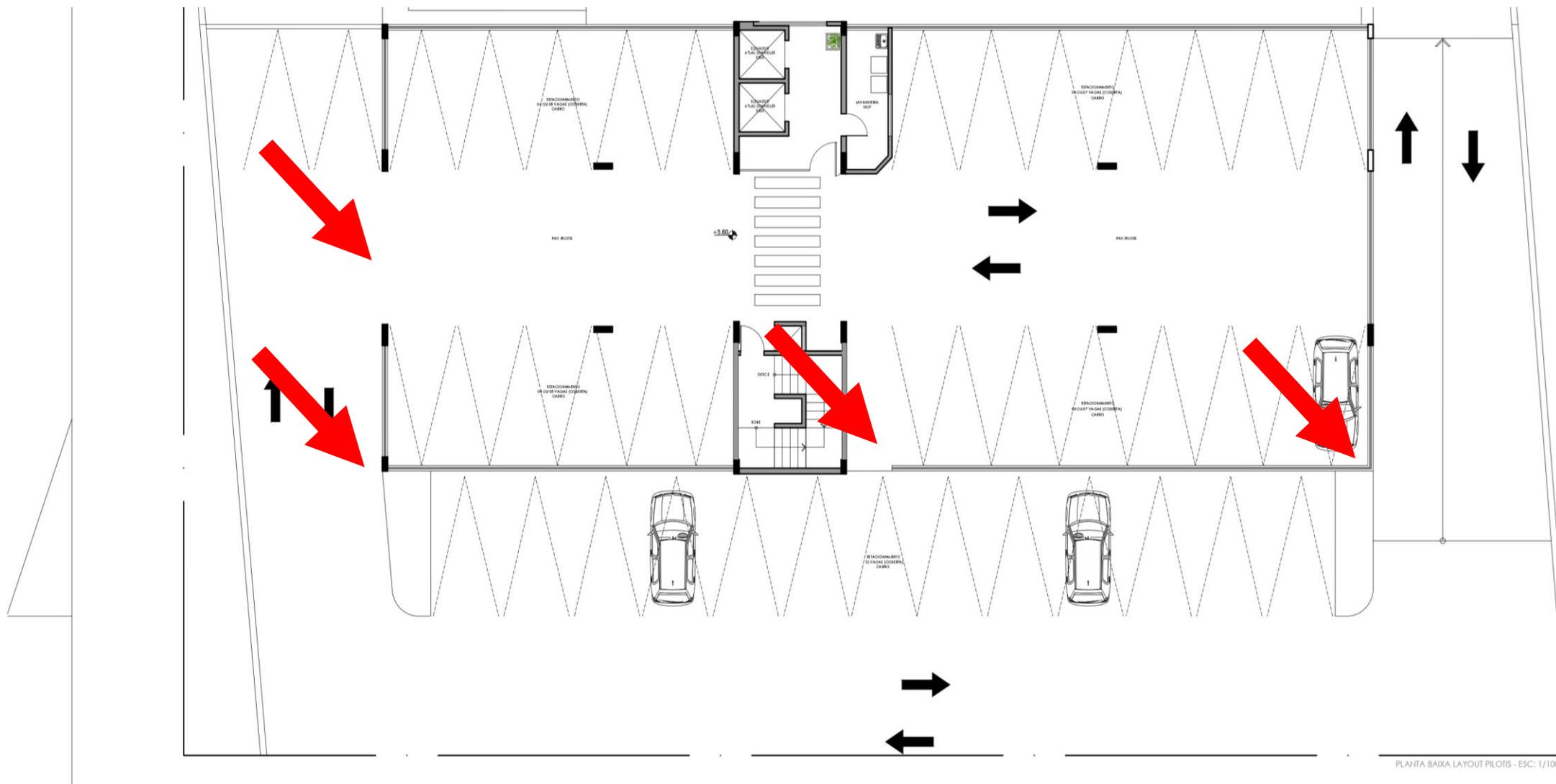
Na terceira visita técnica, conforme foi exposto, a cidade estava passando por um período chuvoso e, por causa disso, foi possível constatar pontos potenciais de infiltração na junta de dilatação. Tais pontos estão localizados através de setas em vermelho na Figura 17.

Figura 16 – Planta Baixa Térreo



Fonte: Adaptado de Millet Arquitetura (2017).

Figura 17 – Planta Baixa Pilotis



Fonte: Adaptado de Millet Arquitetura (2017).

O método de impermeabilização aplicado na laje do Pilotis externo foi com manta asfáltica. Durante a segunda visita técnica foi possível realizar a retirada de um ponto da alvenaria do prédio no pavimento Pilotis para se averiguado estado em que se encontrava a manta asfáltica (Figura 18).

Figura 18 – Detalhe do Estado da Manta Asfáltica



Fonte: Do autor.

Observa-se na Figura 18 que não foi realizada a execução correta da elevação da manta no rodapé, semelhante aos casos estudados por Siqueira (2018) e Soares (2014). Logo, constata-se que os pontos de infiltração nos cômodos do térreo tinham como origem essa falha na impermeabilização da laje do Pilotis externo, o que ocasionou problemas na pintura, lâmpadas queimadas (Figura 19), gerou riscos aos equipamentos que estavam nestas áreas e atrapalhou o funcionamento do hotel. Como visto na Figura 16, as infiltrações aconteceram em lugares importantes para a administração do prédio, à exemplo da sala da gerência e a cozinha do empreendimento.

Figura 19 – Detalhe de Lâmpada Queimada Devido ao Acúmulo de Água



Fonte: Do autor.

Pela Figura 19 é observado uma parte dos danos causados pela má execução da impermeabilização. Com o acúmulo da água da chuva na base da luminária acarretada pelas infiltrações, um curto no circuito de iluminação da cozinha e da área administrativa queimando algumas lâmpadas do hotel.

Outro fato analisado é em relação a espessura da manta asfáltica aplicada para a impermeabilização da laje do Pilotis. De acordo com as especificações descritas no produto constatou-se que a referida manta possui três milímetros, o que não seria recomendado tendo em vista que sobre a laje existe fluxo de pedestres, presença de uma junta de dilatação estrutural e exposição contínua ao sol e às intempéries. Portanto, não é recomendável utilizar a espessura mínima de manta asfáltica fabricada, pois sua resistência à tração e ao alongamento é menor do que recomendada pela ABNT NBR 9575 (ABNT, 2010), tal como foi mostrado na Figura 5 do item 4.4, havendo a possibilidade da manta se romper ocasionando infiltrações.

Além disso, nas quinas a manta estava com uma elevação de apenas 10 centímetros. Como visto no item 4.4, a recomendação é que a impermeabilização deve ser elevada a uma altura de 30 centímetros em relação ao piso acabado.

Em relação às infiltrações ocorridas na recepção, era notada a presença de goteiras em chuvas mais fortes com a presença de vento e quando era feita a lavagem do Pilotis interno. A presença das fissuras no piso desse pavimento (Figura 20), aliado ao fato de não ter sido

aplicado nenhum impermeabilizante nas juntas de dilatação, reforçam a premissa que esses pontos são possivelmente a origem da infiltração da parte do estacionamento interno, tendo em vista que as chuvas com ventania ocasionavam o surgimento de poças de água em algumas partes do estacionamento.

Figura 20 – Fissuras e Detalhe da Junta do Piso do Pilotis Interno



Fonte: Do autor.

Em relação ao forro da recepção danificado pela infiltração (Figura 21), cujo material é sensível e dificilmente pode ser recuperado, possui um custo elevado e sua aquisição é feita somente comprando a caixa completa. Logo, por só ter sido atingido uma única placa, houve desperdício de recursos.

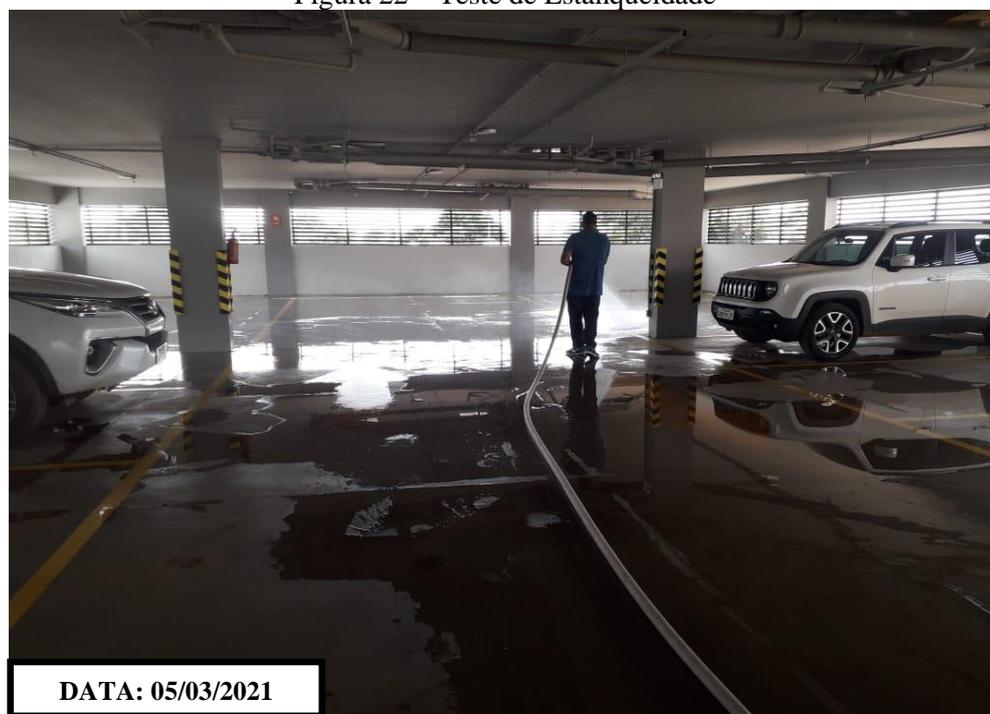
Figura 21 – Placa de Forro Manchada pela Infiltração.



Fonte: Do autor.

Vale ressaltar que foi realizado um teste de estanqueidade na laje do estacionamento interno do pavimento pilotis, com a finalidade de observar os pontos em que estavam ocorrendo a infiltração de água para o pavimento inferior (Figura 22).

Figura 22 – Teste de Estanqueidade



Fonte: Do autor.

Por meio desse teste de estanqueidade, foi possível identificar o surgimento de várias “goteiras” no forro do pavimento térreo, nas áreas da recepção e restaurante, o que evidencia como a origem da ocorrência dessas infiltrações tendo em vista as fissuras presentes no piso do estacionamento e a ausência de um produto impermeabilizante nas juntas de dilatação do piso (Figura 20). Logo, como não houve impermeabilização na laje, a água penetrava o piso até o pavimento inferior.

### 6.1.3 Infiltrações nos Quartos do 4º Pavimento-tipo

As infiltrações dos quartos têm origem no pavimento da cobertura. Como descrito anteriormente, a cobertura é composta por uma parte que está protegida da água da chuva, em que não houve impermeabilização, e por quatro áreas técnicas que foram impermeabilizadas com manta asfáltica (Figura 10), sendo sua proteção mecânica o contrapiso e a cerâmica, além de possuírem ralos pluviais.

Durante o período chuvoso foi possível observar pontos de infiltração na parte coberta do pavimento cobertura (Figura 23) e na passagem dos drenos do sistema de climatização (Figura 24), que geravam poças de água no piso deste pavimento.

Figura 23 – Ponto de Vazamento na Cobertura



Fonte: Do autor.

Figura 24 – Infiltração na Passagem dos Drenos



Fonte: Do autor.

A infiltração em períodos de chuva demonstrada na Figura 23 tem como origem uma falha de execução da calha desse trecho da cobertura. Ao analisar in loco o telhado foi possível constatar que não foi feita a devida inclinação do sistema de escoamento das águas pluviais, o que ocasionou a formação de poças de água sobre uma das emendas da calha, acarretando a infiltração para a parte interna da cobertura. Conforme exposto no Quadro 2, do item 4.5.1, a falta de caimento do escoamento da água se caracteriza como um dos erros mais recorrentes de execução de sistemas pluviais.

A má execução da passagem dos drenos do sistema de climatização (Figura 24) culminava na formação de poças de água no piso interno do pavimento cobertura. Como essa parte não foi aplicado nenhum sistema impermeabilizante, em períodos de chuvas intensas havia o acúmulo de água da chuva que era absorvida pela laje, ocasionando infiltrações no forro do pavimento inferior.

No período da execução da obra, em que estrutura metálica da cobertura ainda não estava feita, a construtora decidiu realizar furos na laje da cobertura como forma de escoar a água durante o período chuvoso (Figura 25). Todavia, nos quartos com infiltração, constatou-se uma má execução da vedação desses furos que se tornaram pontos de passagem das poças de água acumuladas.

Figura 25 – Vedação dos Furos na Laje da Cobertura



Fonte: Do autor.

As áreas técnicas também apresentaram falhas de execução, assim como no pavimento Pilotis, pois foi realizada uma má execução dos rodapés, que estavam com arestas vivas, ocasionando o estouro do reboco e, por conseguinte, a água da chuva penetrava por esses pontos. Foi possível analisar também que a manta asfáltica não foi fixada da maneira correta, tendo em vista que a manta estava “flutuando”, possivelmente durante a execução da fixação do material havia sujeira no piso, o que não permitiu uma boa adesão da manta ao piso.

A Figura 26 mostra um dos quartos em que houve infiltração no forro, o que gerou problemas na pintura do teto, danificando os pisos laminados dos quartos.

Figura 26 – Infiltração no Teto de um Apartamento



Fonte: Do autor.

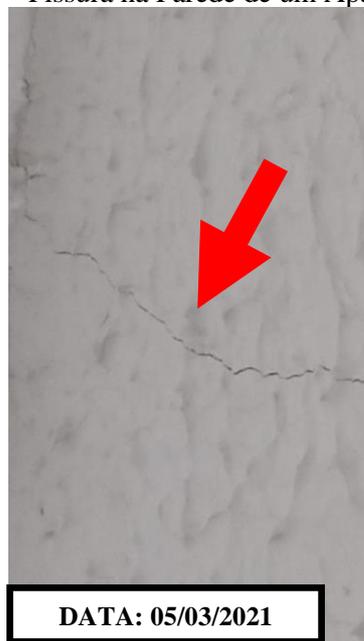
Um dos pontos analisados durante a etapa de pesquisa de informações com os profissionais que participaram da obra desse empreendimento, foi o fato de que a edificação não possuiu um projeto de impermeabilização, cabendo ao construtor decidir quais os métodos de impermeabilização a serem adotados durante a execução da obra, semelhante aos resultados das entrevistas feitas por Pinetti (2012). Tal fato evidencia a importância da

existência de um projeto de impermeabilização, pois, certamente, vários dos problemas existentes poderiam ser prevenidos com um projeto bem detalhado, visto que na fase projeto é feita a prevenção dos possíveis riscos, a elaboração do memorial descritivo que orienta a forma correta da execução do sistema de impermeabilização, detalhamento dos materiais a serem utilizados e uso correto dos materiais.

## 6.2 AUSÊNCIA DE JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO NA FACHADA

Durante a primeira visita técnica ao hotel, foi possível verificar o surgimento de algumas fissuras em alguns dos quartos visitados (Figura 27). Especificamente nas paredes da fachada do prédio, tais fissuras tinham uma dimensão entre um a três milímetros. Durante o período chuvoso foi observado que nesses pontos apresentava-se umidade, o que futuramente poderia evoluir para infiltrações dentro dos quartos. Conforme o conteúdo abordado no item 4.6, a ABNT NBR 13755 (ABNT, 2017) mostra a importância das juntas de movimentação para que se previna o surgimento de fissuras na fachada. Apesar disso, foi possível observar que o prédio não possui juntas de movimentação (Figura 29).

Figura 27 – Fissura na Parede de um Apartamento



Fonte: Do autor.

Na Figura 28 é possível notar que na fachada também há o aparecimento de fissuras, com dimensões variando entre um a cinco milímetros, em pontos em que deveria ter junta de movimentação, conforme recomendado na ABNT NBR 8214 e comentado no item 4.6.2 deste trabalho.

Figura 28 – Fissura na Fachada do Prédio



Fonte: Do autor.

Figura 29 – Falta de Junta de Movimentação na Fachada



Fonte: Do autor.

Sendo assim, possivelmente se acentuará o surgimento dessas fissuras, o que irá gerar infiltrações nos apartamentos nos períodos chuvosos.

### 6.3 ELABORAÇÃO DO LAUDO TÉCNICO

A produção de um laudo técnico especificando os problemas relacionados a impermeabilização da edificação deste estudo de caso tem como objetivo demonstrar a importância que deve ser dada a esta etapa da obra, haja vista que, por se tratar de uma edificação recém-construída, os problemas relacionados as infiltrações cometidas no hotel

seriam certamente evitadas caso houvesse a correta execução do sistema impermeabilizante aplicado na construção.

Como é possível observar no Apêndice A, todas as patologias identificadas foram classificadas como anomalias endógenas, ou seja, originária da própria edificação devida a má execução, uso de materiais inadequados e falta de projeto de impermeabilização. Sendo assim, não foram encontrados indícios de patologias causadas devido ao mau uso da edificação (patologias exógenas).

No que concerne a classificação do grau de risco, todas as patologias foram caracterizadas como tendo um grau crítico. Tendo em vista o que foi discorrido no item 4.7, as patologias causam ao hotel perda excessiva de desempenho e funcionalidade, aumento excessivo de custo de manutenção e de recuperação, e comprometimento sensível de vida útil da edificação.

Por se tratar de um trabalho com finalidade acadêmica, o autor deste trabalho optou por não identificar o nome da empresa proprietária do prédio no laudo e nem dos responsáveis pela construção, tendo em vista que este trabalho visa a conscientização da importância que deve ser dada a etapa de impermeabilização em uma obra.

Por conseguinte, como a norma do IBAPE exige em seu escopo a identificação do responsável técnico pelo laudo, o autor deste trabalho criou um registro com caráter ilustrativo no final do laudo, e a Anotação da Responsabilidade Técnica (ART) também não foi emitida. Com exceção destes itens, todos os outros tópicos obrigatórios presentes na seção 17 da norma técnica IBAPE (2012) foram atendidos.

No tocante as recomendações técnicas para cada tipo de patologia identificada na inspeção predial, elas foram voltadas para sugerirem a aplicação e/ou correção dos sistemas impermeabilizantes presente no edifício, não havendo a especificação de qual ser usado, caracterizando com uma sugestão para trabalhos futuros relacionados ao tema.

## 7 CONCLUSÕES

Abordou-se neste trabalho algumas das principais patologias relacionadas a problemas de infiltração e impermeabilização na construção civil, sendo apresentado e discutido um estudo de caso de uma edificação que, com apenas seis meses de inauguração, apresentou uma série de patologias atreladas a problemas na impermeabilização.

Chegou-se à conclusão de que a maioria dos problemas que surgiram nesse empreendimento foram causados tanto pela falta de um projeto de impermeabilização quanto pela má execução de impermeabilização nas lajes.

Com a presença de um projeto de impermeabilização os problemas e riscos referentes a essa área seriam antecipados na fase projeto, além de serem mapeadas todas as áreas que necessitariam de impermeabilização, não havendo assim a ausência de impermeabilização de pontos que deveriam possuir, a exemplo da laje de cobertura técnica.

No que se diz respeito a execução, caso houvesse um acompanhante especializado durante a execução do sistema impermeabilizante, certamente as chances seriam mínimas de ocorrerem tantas patologias de infiltração em um prédio recém-construído.

Ao se realizar o estudo dos tipos de impermeabilização aplicados na construção civil, foi possível constatar que, apesar do método de impermeabilização com manta asfáltica aplicado na laje do pavimento Pilotis ser recomendado para lajes, não foi utilizado a espessura correta da manta asfáltica e nem executado de maneira correta a impermeabilização na junta de dilatação estrutural do prédio, presente em todo o contorno do pavimento Pilotis, o que favoreceu o surgimento das infiltrações.

Por conseguinte, foi identificado falhas na execução da manta asfáltica no pavimento Pilotis e nas áreas técnicas do pavimento cobertura, além de ter sido analisado a falta da junta de movimentação da fachada que gerou fissuras, tanto na parte externa da fachada como nas paredes internas dos apartamentos sendo pontos potenciais de surgimento de infiltrações.

No tocante a produção do laudo técnico, foi de suma importância na produção deste trabalho, tendo em vista que trouxe um embasamento técnico acerca de todas as informações expostas neste trabalho, sendo fomentado pelas normas de vigentes de inspeção predial.

Logo, pode-se concluir que a impermeabilização é uma etapa relevante da obra e não deve ser realizada sem o auxílio de um projeto e de profissionais com experiência técnica no assunto, para que seja indicado a melhor solução a ser dada. Caso isso não aconteça, a chance de ocorrer patologias no futuro é grande, o que acarretará correções onerosas e transtornos aos usuários da edificação.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8214**: Assentamento de Azulejos. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13752**: Perícias na Construção Civil. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9574**: Execução de Impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9952**: Mantas Asfálticas para Impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9575**: Revestimentos Cerâmicos de Fachadas e Paredes Externas com utilização de Argamassa Colante – Projeto, execução, inspeção e aceitação. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13755**: Impermeabilização – Seleção e Projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9952**: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- CAPORRINO, Cristiana Furlan. **Patologias em alvenarias**. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.
- CROCIA, D.M. **Projeto Arquitetônico**. Balsas: Millet Arquitetura, 2017.
- DEUTSCH, S. F. **Perícias de engenharia**: a apuração dos fatos. São Paulo: Editora Universitária de Direito, 2013.
- GOOGLE MAPS. Localização do Hotel 10.  
Disponível em: < <https://www.google.com/maps/place/Hotel+10+Balsas/> > . Acesso em 02 de agosto de 2021.
- IBEC. Instituto Brasileiro de Engenharia Custos. **Laudos Técnicos**. Disponível em: <<https://ibecensino.org.br/blog/laudos-tecnicos/>>. Acesso em 02 de julho de 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. **O que é Impermeabilização?** Disponível em: <<https://ibibrasil.org.br/2017/10/17/o-que-e-impermeabilizacao/>>. Acesso em 20 de junho de 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, 2012.
- KLEIN, D. L. Apostila do Curso de Patologia das Construções. Porto Alegre, 1999 - 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias.

LOTTERMANN, André Fonseca. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso**. Orientador: Bóris Casanova Sokolovicz. 2014. 66p. TCC (Graduação). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/2133>>. Acesso em 29 de junho de 2021.

PICCHI, F.A. **Impermeabilização de coberturas**. São Paulo: Editora Pini, 1986.

PINETTI, Cintia Cristina Hidrata. **Impermeabilização em Lajes de Cobertura: Análise da Execução com Sistema Flexível de Manta Asfáltica**. Orientador: Rolando Ramirez Vilató. 2012. 76p. TCC (Pós-graduação). Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2012. Disponível em: <http://dspace.mackenzie.br/handle/10899/213>. Acesso em 31 de agosto de 2021.

RIGHT, Geovane Venturini. **Estudos dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções – análise de casos**. Orientadora: Denise de Sousa Saad. 2009. 95p. TCC (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7741>>. Acesso em 29 de junho de 2021.

SILVA, Fransueila Lemos; OLIVEIRA, Maria do Perpétuo Socorro Lamego. **Manifestações Patológicas pela Ausência ou falha a de Impermeabilização**. Disponível em: <[https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/manifestacoes-patologicas#\\_ftn1](https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/manifestacoes-patologicas#_ftn1)>. Acesso em 28 de junho de 2021.

SIQUEIRA, Vivian de. **Impermeabilização em obras de construção civil: estudos de casos patologias e correções**. Orientador: Ildo Sponholz. 2018. 91p. TCC (Graduação). Universidade do Sul de Santa Catarina, 2018. Disponível em: <<https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/5010/TCC%20%20VIVIAN%20DE%20SIQUEIRA%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 30 de junho de 2021.

SOARES, Felipe Flores. **A importância do Projeto de Impermeabilização em Obras de Construção Civil**. Orientador: Eduardo Linhares Qualharini. 2014. 127p. TCC (Pós-graduação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012331.pdf>. Acesso em 31 de agosto de 2021.

VIAPOL. Viapol Impermeabilizações. **Viamanta: Manta Asfáltica**. Disponível em: <<http://www.viapol.com.br/media/466215/folheto-familia-viamanta-caderno-alta.pdf>>. Acesso em 28 de junho de 2021.

VEDAZ. Vedaz Impermeabilizações. **Qual a diferença entre impermeabilização Rígida e Flexível?** Disponível em: <<https://vedaz.com.br/impermeabilizacao-rigida-e-flexivel/>>. Acesso em 28 de junho de 2021.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1991.

**APÊNDICE A – LAUDO TÉCNICO**

# LAUDO DE INSPEÇÃO PREDIAL



## 1 SOLICITANTE

Administração do hotel.

## 2 OBJETIVO

Detectar ocorrências como anomalias e falhas de construção relacionadas a problemas na impermeabilização.

## 3 FINALIDADE

O presente laudo tem como finalidade gerar um documento que possibilitará orientar os investidores quanto aos aspectos construtivos e documentais, para confrontar possíveis incompatibilidades em relação aos projetos e especificações gerais da obra, além de verificar as condições de manutenção e condições de uso da edificação, atendendo as normas técnicas e as boas práticas de construção.

## 4 EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO LAUDO

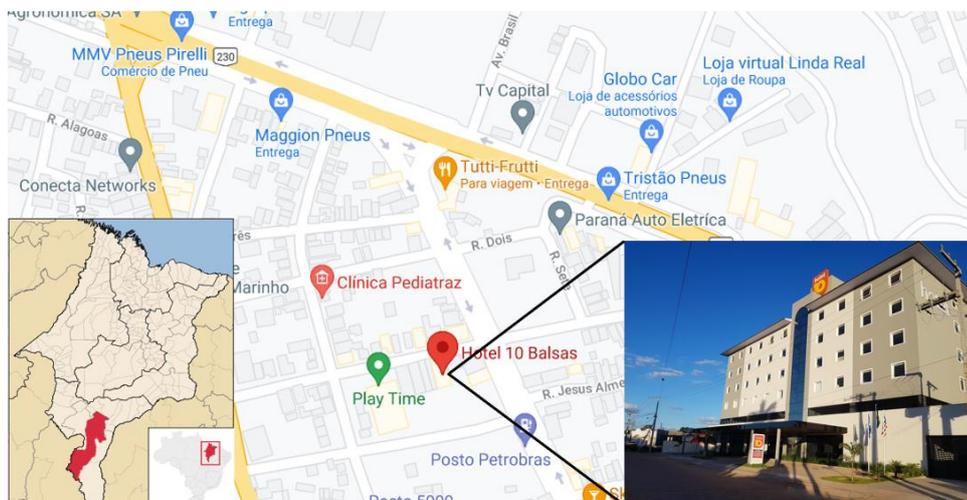
- a. Paulo Victor Scherer Oliveira – graduando em Engenharia Civil

## 5 OBJETO

### a) LOCALIZAÇÃO:

Empreendimento: HOTEL LTDA

Endereço: RUA DR IRINEU ALCIDES BAYS 23-B, SETOR INDUSTRIAL - BALSAS -MARANHÃO



### b) DADOS TÉCNICOS DA EDIFICAÇÃO:

Área de terreno: 2.050,80 m<sup>2</sup>

Área Total Construída: 4.457,51 m<sup>2</sup>

Tipo de uso: Comercial

Padrão de construção: Normal

Estado de conservação: Regular

Idade aparente: 1 ano

Pavimentos: Edifício com seis pavimentos

Número de apartamentos: 80 apartamentos

## 6 METODOLOGIA

O presente trabalho foi elaborado de acordo com a norma de Inspeção Predial do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE, 2012) e com as demais normas técnicas pertinentes ao assunto, teve como objetivo a execução de levantamentos locais com base no cotejamento entre o especificado nos projetos apresentados pelo solicitante e o verificado no local, com a consequente identificação e classificação de anomalias aparentes quanto ao risco.

A elaboração do laudo é baseada na análise do risco da edificação decorrente de falhas construtivas, baseando-se na classificação das anomalias detectadas nos diversos componentes quanto ao seu grau de risco, considerado o risco oferecido aos usuários, ao meio ambiente e ao patrimônio, relacionado a fatores de conservação, depreciação, saúde, segurança e funcionalidade dos sistemas constituintes.

As anomalias e falhas serão classificadas conforme a Norma de Inspeção Nacional do IBAPE (2012), nos seguintes graus de risco:

- **CRÍTICO:** Risco aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível de vida útil.
- **MÉDIO:** Risco de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo à operação direta de sistemas, e deterioração precoce.
- **MÍNIMO:** Risco de causar pequenos prejuízos à estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário.

## **7 NÍVEL DE INSPEÇÃO**

Em seu texto a IBAPE (2012) especifica três níveis de inspeção (1, 2 e 3) sendo a classificação da inspeção definida pelo inspetor predial, após análises das características da edificação e de acordo com a finalidade da mesma. À vista disto a edificação desta inspeção foi classificada como sendo de:

**NÍVEL 1:** Vistoria para a identificação de anomalias e falhas de impermeabilização e vedação, em pontos que foram identificadas infiltrações na laje.

A inspeção predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma ou mais especialidades.

## **8 PLANEJAMENTO DA INSPEÇÃO PREDIAL**

A inspeção de campo foi desenvolvida no sentido das infiltrações dos pavimentos superiores aos inferiores, iniciando-se pelo topo, sempre no período matutino e vespertino.

A seguir serão apresentadas as patologias constatadas durante a inspeção predial, de acordo com a ordem de prioridade descrita pela norma do IBAPE.

## **9 FUNDAMENTAÇÃO**

Este relatório está fundamentado nas Normas Brasileiras citadas abaixo:

- NBR 15575:2021 – Garantia dos Prazos Gerais
- NBR 9574:2008 – Execução de impermeabilização
- NBR 9952:2010 – Mantas Asfálticas para Impermeabilização
- NBR 13752:1996 – Perícias de Engenharia na Construção Civil

<b>01</b>	<b>PAVIMENTO: TÉRREO</b>	<b>DATA DA FOTO</b>	<b>GRAU DE RISCO</b>
	<b>SALA DA GERÊNCIA</b>	<b>01/02/2021</b>	<b>CRÍTICO</b>
<b>DESCRIÇÃO</b>	Infiltrações nas paredes com origem da falta de impermeabilização da junta de dilatação do prédio, localizada na laje externa do pavimento Pilotis (ABNT, 2010).		
<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	Anomalia Endógena: Originaria da própria edificação (Movimentação e acomodação da estrutura).		
<b>ORIENTAÇÃO TÉCNICA</b>	Ausência de impermeabilização e vedação na laje pilotis – estacionamento interno.		



<b>02</b>	<b>PAVIMENTO: TÉRREO</b>	<b>DATA DA FOTO</b>	<b>GRAU DE RISCO</b>
	<b>COZINHA</b>	<b>01/02/2021</b>	<b>CRÍTICO</b>
<b>DESCRIÇÃO</b>	Infiltrações em várias parede e vigas, com origem da laje pilotis passando pelo forro PVC (ABNT, 2008).		
<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	Anomalia Endógena: Originária da própria laje da edificação – ABNT NBR 15575.		
<b>ORIENTAÇÃO TÉCNICA</b>	Ausência de impermeabilização e vedação na laje pilotis, realizar aplicação e o tratamento das trincas decorrente da movimentação e acomodação da estrutura		



<b>03</b>	<b>PAVIMENTO: TÉRREO</b>	<b>DATA DA FOTO</b>	<b>GRAU DE RISCO</b>
	<b>LAVANDERIA</b>	<b>01/02/2021</b>	<b>CRÍTICO</b>
<b>DESCRIÇÃO</b>	Infiltração originada da rampa de acesso ao Pilotis (ABNT, 2008).		
<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	Anomalia Endógena: Originaria da própria laje da edificação – ABNT NBR 15575.		
<b>ORIENTAÇÃO TÉCNICA</b>	Remoção do material existente, aplicação de um sistema impermeabilizante e tratamento da junta na parte superior.		



<b>04</b>	<b>PAVIMENTO: TÉRREO</b>	<b>DATA DA FOTO</b>	<b>GRAU DE RISCO</b>
	<b>ESTACIONAMENTO INTERNO</b>	<b>01/02/2021</b>	<b>CRÍTICO</b>
<b>DESCRIÇÃO</b>	Infiltração na entrada do portão que dá acesso ao estacionamento do Térreo (ABNT, 2008).		
<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	Anomalia Endógena: Originária da própria laje da edificação – ABNT NBR 15575.		
<b>ORIENTAÇÃO TÉCNICA</b>	Tratamento da impermeabilização na junta, remoção forro PVC e aplicação de um sistema impermeabilizante.		
			

05	PAVIMENTO: TÉRREO/PILOTIS	DATA DA FOTO	GRAU DE RISCO
	RAMPA DE ACESSO AO PILOTIS E GARAGEM EXTERNA	01/02/2021	CRÍTICO
<b>DESCRIÇÃO</b>	Vazamento na junta de dilatação da estrutura do prédio, danificando a sala da gerência, cozinha e recepção (ABNT, 2010).		
<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	Anomalia Endógena: Falta de vedação e impermeabilização na junta da estrutura – ABNT NBR 15575.		
<b>ORIENTAÇÃO TÉCNICA</b>	Acompanhar a movimentação da estrutura, remoção da manta asfáltica e tratamento da junta dilatação.		
			





<b>06</b>	<b>PAVIMENTO: TÉRREO</b>	<b>DATA DA FOTO</b>	<b>GRAU DE RISCO</b>
	<b>RECEPÇÃO E RESTAURANTE</b>	<b>01/02/2021</b>	<b>CRÍTICO</b>
<b>DESCRIÇÃO</b>	Vazamento no forro da recepção e restaurante (ABNT, 2010).		
<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	Anomalia Endógena: Falta de vedação e impermeabilização na junta de dilatação do piso do pavimento superior – ABNT NBR 15575.		
<b>ORIENTAÇÃO TÉCNICA</b>	Realizar a impermeabilização das fissuras e da junta de dilatação do piso do estacionamento coberto do Pilotis.		





<b>07</b>	<b>PAVIMENTO: PILOTIS</b>	<b>DATA DA FOTO</b>	<b>GRAU DE RISCO</b>
	<b>ESTACIONAMENTO COBERTO</b>	<b>01/02/2021</b>	<b>CRÍTICO</b>
<b>DESCRIÇÃO</b>	Presença de fissuras no piso do estacionamento coberto do Pilotis, potenciais pontos de infiltração no forro da recepção e restaurante do pavimento térreo; Ausência de impermeabilização na junta de dilatação do piso (ABNT, 2010).		
<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	Anomalia Endógena: A movimentação e acomodação da estrutura ocasionaram o surgimento das fissuras e a infiltração para o pavimento inferior – ABNT NBR 15575		
<b>ORIENTAÇÃO TÉCNICA</b>	Realizar a impermeabilização das fissuras e da junta de dilatação do piso do estacionamento coberto do Pilotis.		
			



08	PAVIMENTO: QUARTO PAVIMENTO-TIPO	DATA DA FOTO	GRAU DE RISCO
	APARTAMENTO	01/02/2021	CRÍTICO
DESCRIÇÃO	Infiltrações em apartamentos do Quarto Pavimento-tipo, devido à falta de impermeabilização do pavimento superior (ABNT, 2008).		
CLASSIFICAÇÃO	Anomalia Endógena: Infiltrações geradas pela falta de impermeabilização do pavimento superior.		
ORIENTAÇÃO TÉCNICA	Realizar a impermeabilização da parte coberta do pavimento superior e corrigir a impermeabilização das áreas técnicas externas.		
			

<b>09</b>	<b>FACHADA</b>	<b>DATA DA FOTO</b>	<b>GRAU DE RISCO</b>
			<b>CRÍTICO</b>
<b>DESCRIÇÃO</b>	Ausência de junta de movimentação na fachada do prédio (ABNT, 2021).		
<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	Anomalia Endógena: Ausência de junta de movimentação		
<b>ORIENTAÇÃO TÉCNICA</b>	Realizar a junta de movimentação conforme recomendações da ABNT NBR 13755		



## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme descrito no corpo do laudo, foram identificadas situações críticas que representam riscos à segurança dos usuários e à segurança do edifício, desta forma, é necessário que sejam tomadas todas as providências necessárias para a correção destas desconformidades, de forma a garantir a segurança dos usuários e a integridade física do edifício. O autor aconselha que se faça a correção de todas as pendências, pois são pendências com risco crítico. Alerta-se que essa classificação leva em consideração fatores de risco para os usuários e para o imóvel e não questões econômicas.

Recomenda-se a contratação de um profissional especializado para que sejam feitas todas as correções das patologias identificadas nesse relatório.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13752**: Perícias na Construção Civil. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9952**: Mantas Asfálticas para Impermeabilização. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9952**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575**: Edificações Habitacionais - Desempenho - Parte 4: Requisitos para os Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas.

INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA. **Norma de Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, 2012.

Anotação de Responsabilidade Técnica – A.R.T. do CREA - MA nº xxxx, do profissional Paulo Victor Scherer Oliveira.

Balsas- MA, 05 de março de 2021

---

Paulo Victor Scherer Oliveira  
Engenheiro Civil  
CREA – MA nº xxxx