



**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PÓS-OCUPAÇÃO  
RELACIONADAS À IMPERMEABILIZAÇÃO DA COBERTURA DO CENTRO  
PEDAGÓGICO PAULO FREIRE – CIDADE UNIVERSITÁRIA DOM DELGADO –  
UFMA**

Discente: Fábio Silva Martins  
Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos

São Luís – MA  
Junho de 2018

Fábio Silva Martins

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PÓS-OCUPAÇÃO  
RELACIONADAS À IMPERMEABILIZAÇÃO DA COBERTURA DO CENTRO  
PEDAGÓGICO PAULO FREIRE – CIDADE UNIVERSITÁRIA DOM DELGADO –  
UFMA**

Trabalho de Conclusão de Curso II, apresentado a Coordenação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão, para obtenção parcial do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos

São Luís – MA  
Junho de 2018

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

Silva Martins, Fábio.

ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PÓS-OCUPAÇÃO  
RELACIONADAS À IMPERMEABILIZAÇÃO DA COBERTURA DO CENTRO  
PEDAGÓGICO PAULO FREIRE CIDADE UNIVERSITÁRIA DOM DELGADO  
UFMA / Fábio Silva Martins. - 2018.

66 f.

Orientador(a): Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos.  
Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Civil,  
Universidade Federal do Maranhão, São Luís - Maranhão,  
2018.

1. Patologias. 2. Requisitos normativos. 3. Sistemas  
impermeabilizantes. I. Lopes de Oliveira Santos, Maria  
Luiza. II. Título.

Fábio Silva Martins

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS PÓS-OCUPAÇÃO  
RELACIONADAS À IMPERMEABILIZAÇÃO DA COBERTURA DO CENTRO  
PEDAGÓGICO PAULO FREIRE – CIDADE UNIVERSITÁRIA DOM DELGADO –  
UFMA**

Trabalho de Conclusão de Curso II, apresentado a  
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da  
Universidade Federal do Maranhão, para obtenção  
parcial do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Luiza Lopes de  
Oliveira Santos

Aprovada em 10 / 07 / 2018

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Luiza Lopes de Oliveira Santos (Orientadora)  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. Dr. Paulo Cesar de Oliveira Queiroz (Membro)  
Universidade Federal do Maranhão

---

Prof. <sup>a</sup> Especialista Josélia Siqueira Machado Fiterman (Membro)  
Universidade Federal do Maranhão

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, em primeiro lugar, pelo dom da vida e por me sustentar nessa caminhada. A Ele toda honra e toda glória.

À minha família, em especial aos meus pais, Loide e Enoque, que nunca mediram esforços para que eu alcançasse meus objetivos, sempre lutando em prol da minha felicidade.

Aos professores do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Maranhão, por todos os esforços realizados ao longo do curso para promover ensino de qualidade e compartilhar seus conhecimentos.

À professora Maria Luíza Lopes de Oliveira Santos, que tão pacientemente me orientou e instruiu no andamento deste trabalho, sempre com muita sabedoria, possibilitando assim o término do mesmo.

Aos amigos da faculdade, em especial aos irmãos que ganhei ao longo da caminhada, Gabriel Felizardo e Felipe Magalhães, por todos os momentos de angústias e alegrias que estiveram junto a mim, sempre dando força para permanecer e concluir este curso.

Aos amigos da igreja, por todo apoio que me deram, facilitando o caminhar desta jornada.

Agradeço a todos que acreditaram e que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

A infiltração é um dos principais fatores de desgaste e depreciação das construções. Tal fato tem se tornado um grande desafio para construção civil, desenvolvendo sistemas de impermeabilização para proteção dos elementos que podem sofrer com sua ação direta. O presente trabalho buscou identificar e analisar as manifestações patológicas relacionadas à impermeabilização da laje de cobertura do Centro Pedagógico Paulo Freire, localizado na Cidade Universitária Dom Delgado - UFMA, verificando suas possíveis causas e propondo terapias. Inicialmente foi analisada a adequação dos projetos e especificações aos requisitos normativos da NBR 9575/2010. Em seguida, foram realizadas inspeções visuais no terceiro pavimento tipo e na cobertura da edificação objeto de estudo, através de *checklist* e imagens fotográficas. Por fim, verificou-se que a ausência de projetos específicos e adequados para a execução da impermeabilização foi possivelmente um fator determinante para a ineficiência do sistema empregado e conseqüente instalação de manifestações patológicas, enfatizando a importância da impermeabilização e de todas as etapas construtivas que a envolvem para a mitigação de patologias decorrentes da infiltração de água.

**Palavras-chave:** sistemas impermeabilizantes, requisitos normativos, patologias.

## **ABSTRACT**

Infiltration is one of the main factors of building wear and depreciation. It has become a great challenge for civil construction which has developed waterproofing systems to protect the elements that can suffer from its direct action. The purpose of the present study is therefore to identify and analyze the pathological manifestations and to ascertain its causes as to propose therapies related to the waterproofing of the flat roof of Paulo Freire Pedagogical Center, located in Dom Delgado University City – UFMA. Initially, it was analyzed the compliance of the projects and specifications to the normative requirements of NBR 9575/2010. Afterwards, visual inspections were carried out through checklist and photographic images on the third floor type and on the flat roof of the building. Finally, it was verified that the absence of specific and adequate projects for the execution of waterproofing was possibly a determining factor for the inefficiency of the system applied and the resulting establishment of pathological manifestations. Therefore, it is of great significance to note the importance of waterproofing and its constructive steps in order to mitigate pathologies due to water infiltration.

**Keywords:** waterproofing systems, regulatory requirements, pathologies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Origem das manifestações patológicas com relação às etapas construtivas das edificações.....	15
Figura 2 – Incidência de manifestações patológicas associadas à impermeabilização.....	23
Figura 3 – Representação gráfica da inclinação do plano em direção ao coletor.....	27
Figura 4 – Representação gráfica de passagem de tubulação.....	28
Figura 5 – Representação gráfica de planos verticais.....	29
Figura 6 – Representação gráfica de cota de nível.....	30
Figura 7 – Representação gráfica de junta de dilatação.....	31
Figura 8 – Corrosão da armadura em pilar.....	32
Figura 9 – Degradação do concreto em pilar.....	33
Figura 10 – Decomposição do forro de gesso.....	33
Figura 11 – Eflorescência em platibanda e abaixo da janela.....	34
Figura 12 – Manchas de umidade.....	34
Figura 13 – Presença de mofo em laje.....	35
Figura 14 – Empolamento da pintura.....	35
Figura 15 – Descolamento de pintura.....	36
Figura 16 – Origens das manifestações patológicas associadas a impermeabilização.....	38
Figura 17 – Principais causas das manifestações patológicas associadas a impermeabilização.....	38
Figura 18 – Ausência de drenagem da água das chuvas sobre a impermeabilização.....	48
Figura 19 – Sujeira e obstrução do caminho de percolação da água.....	49
Figura 20 – Disposição inadequada do ralo.....	50
Figura 21 – Arremates inadequados de tubulação externa e ralo.....	50
Figura 22 – Sobreposição inadequada das mantas.....	51
Figura 23 – Problema de aderência entre mantas.....	52
Figura 24 – Problema de aderência entre manta e substrato.....	53
Figura 25 – Problemas na integridade da manta.....	53



Figura 26 – Arremate inadequado em instalação fixada na estrutura.....	54
Figura 27 – Problemas na integridade da proteção mecânica.....	56
Figura 28 – Tubulação aparente executada sem elevação.....	56
Figura 29 – Exposição da manta a objetos perfurantes.....	56
Figura 30 – Gotejamento da laje de cobertura.....	57
Figura 31 – Degradação de reboco da parede.....	58
Figura 32 – Manchas de umidade na parede.....	58
Figura 33 – Formação de mofo e bolor na parede.....	59
Figura 34 – Empolamento da pintura.....	60
Figura 35 – Descolamento da pintura.....	60
Figura 36 – Áreas afetadas por diversos tipos de manifestações patológicas.....	61

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – <i>Checklist</i> de inspeção dos procedimentos executivos e condições do sistema impermeabilizante.....	41
Quadro 2 – <i>Checklist</i> de inspeção para identificação e análise de manifestações patológicas.....	43
Quadro 3 – Não conformidades observadas.....	46
Quadro 4 – Manifestações patológicas identificadas.....	56

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. Considerações iniciais .....	12
1.2. Justificativa .....	13
1.3. Objetivos .....	14
1.3.1. Objetivo geral .....	14
1.3.2. Objetivos específicos .....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1. Patologia das Construções.....	15
2.1.1. Manifestações patológicas relacionadas às falhas de projeto.....	16
2.1.2. Manifestações patológicas relacionadas às falhas decorrentes da escolha/compra de materiais .....	17
2.1.3. Manifestações patológicas relacionadas às falhas de execução.....	18
2.1.4. Manifestações patológicas relacionadas às falhas de uso e manutenção predial 19	
2.2. Mecanismos de atuação da água nas edificações .....	19
2.3. Impermeabilização das edificações .....	21
2.3.1. Projetos e serviços para impermeabilização.....	23
2.3.2. Sistemas impermeabilizantes.....	24
2.3.3. Proteção da impermeabilização.....	26
2.3.4. Detalhes construtivos .....	26
2.4. Patologias causadas pela falha ou ausência de impermeabilização .....	32
2.5. Possíveis causas e terapias para patologias relacionadas à impermeabilização ....	36
3. METODOLOGIA	40
3.1. Análise de projetos e especificações relacionadas ao sistema impermeabilizante da laje de cobertura da edificação objeto de estudo.....	40
3.2. Identificação e análise das manifestações patológicas existentes e em potencial decorrentes da impermeabilização da laje de cobertura da edificação objeto de estudo ...	40
3.3. Determinação das prováveis causas e proposição de possíveis terapias para as manifestações patológicas .....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	45

4.1. Apresentação das não conformidades de projetos e especificações do sistema impermeabilizante da laje de cobertura.....	45
4.2. Apresentação das manifestações patológicas existentes e em potencial decorrentes da impermeabilização da laje de cobertura .....	46
4.3. Apresentação das prováveis causas e proposição de possíveis terapias para as manifestações patológicas existentes e em potencial.....	61
5. CONCLUSÃO	64
REFERÊNCIAS	65

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Considerações iniciais**

A construção civil brasileira presencia um cenário de desenvolvimento, buscando-se novas opções construtivas e novos materiais a fim de atender as exigências do consumidor que busca um produto final de qualidade, considerando aspectos técnicos, estéticos, funcionais, além do conforto. Entretanto, devido à ampla concorrência do mercado da construção civil atual, as construtoras têm priorizado cada vez mais a agilidade na conclusão e entrega das obras, e menor consumo e custo de materiais possível para manterem-se competitivas (PUJADAS, 2007).

A necessidade de orçamentos enxutos e maior agilidade na conclusão das obras fazem com que certas etapas construtivas, consideradas menos importantes, sejam negligenciadas. Assim, são identificadas falhas e/ou ausência de projetos específicos que garantam a eficácia do processo de execução. Isto, aliado com a falta de procedimentos construtivos adequados e/ou um sistema de controle de qualidade, além de um plano de manutenção predial são fatores que contribuem diretamente ao surgimento de manifestações patológicas nas edificações (DARDENGO, 2010).

A publicação da NBR 15575 – Desempenho das Edificações (ABNT, 2013) também é um avanço na construção civil e uma aliada do consumidor, já que estabelece parâmetros mínimos de qualidade nos âmbitos de conforto, segurança, estética, acessibilidade, funcionalidade e demais necessidades agregadas durante toda a vida útil da edificação, dando força aos direitos do consumidor e trazendo maior responsabilidade técnica quanto à qualidade das obras realizadas.

Nesse contexto, a umidade ainda é um desafio para construção civil, já que sempre foi um dos principais fatores de desgaste e depreciação das construções devido ao seu poder de penetração e podendo ocasionar diversas manifestações patológicas. Estas patologias podem se manifestar em diversos elementos das edificações e gerar desconforto, afetar a saúde dos usuários, além de prejudicar a funcionalidade e diminuição da vida útil da edificação (SOUZA, 2008).

Para solucionar problemas como a umidade tem-se a impermeabilização que é uma das principais etapas da construção, pois afeta diretamente o desempenho e vida

útil da edificação e deve garantir uma eficiente proteção dos elementos da obra sujeitos à ação da água. Entretanto, muitas vezes é negligenciada por estar fora do alcance visual após a obra estar concluída. A desinformação a respeito das técnicas e materiais de impermeabilização, além da falta de um controle de qualidade adequado, gera improvisação da execução dos sistemas impermeabilizantes e são responsáveis por um grande número de falhas (RIGHI, 2009).

O custo com a impermeabilização gira em torno de 1% a 3% do custo total da obra, entretanto, a correção de falhas na impermeabilização pode resultar na substituição de todo o sistema impermeabilizante e do revestimento. Sendo assim, o custo resultante se torna muito superior ao custo inicial da impermeabilização no período de execução da obra, girando em torno de 5% a 10% (SILVA et al, 2003).

Por meio desses e outros fatores, fica evidenciada a necessidade de maior atenção às questões que interferem no surgimento de manifestações patológicas pós-ocupação relacionadas à impermeabilização.

## **1.2. Justificativa**

As manifestações patológicas decorrentes de problemas na impermeabilização podem gerar desde o desconforto, insalubridade, sensação de insegurança, até danos estruturais e diminuição da vida útil da obra. Isso provoca a insatisfação dos usuários e abala a credibilidade da construtora junto aos seus clientes.

O impacto econômico decorrente da necessidade de reparos para solucionar manifestações patológicas relacionadas à ausência ou falha de impermeabilização é significativo. Este problema gera déficit nos orçamentos das edificações, prejuízos e desperdício com retrabalho.

Diante do exposto, o desenvolvimento do presente trabalho no âmbito da identificação e análise das causas das manifestações patológicas pode levar ao desenvolvimento de projetos mais adequados e detalhados, evolução dos procedimentos construtivos, melhoria dos critérios do controle de qualidade da execução e manutenção das impermeabilizações. Também auxilia diretamente no desenvolvimento de soluções tecnicamente adequadas e economicamente viáveis para as patologias percebidas.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo geral**

- Identificar e analisar as manifestações patológicas pós-ocupação relacionadas à impermeabilização da laje de cobertura do Centro Pedagógico Paulo Freire, localizado na Cidade Universitária Dom Delgado da Universidade Federal do Maranhão, a fim de propor possíveis terapias.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Analisar projetos e especificações referentes ao sistema impermeabilizante da laje de cobertura da edificação objeto de estudo;
- Identificar as manifestações patológicas existentes e em potencial decorrentes da laje de cobertura da edificação objeto de estudo;
- Analisar as possíveis causas das manifestações patológicas detectadas;
- Apresentar possíveis soluções tecnicamente viáveis para terapia das manifestações patológicas identificadas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

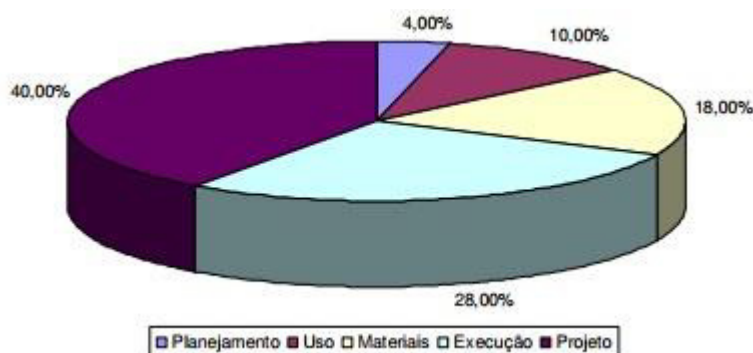
### 2.1. Patologia das Construções

A patologia das construções é um campo da engenharia civil que estuda os sintomas, origens, causas e consequências dos defeitos que ocorrem nas edificações (DEGUSSA, 2003).

As inovações tecnológica e construtiva trouxeram consigo um crescimento dos riscos oferecidos pelas construções e preocupação referente ao surgimento de manifestações patológicas nas edificações que geram desconforto visual, funcional e/ou outro ao usuário (ANTONIAZZI, 2008). As manifestações patológicas podem acontecer em qualquer etapa construtiva e por isso podem ser atribuídas a um conjunto de fatores.

As patologias podem decorrer principalmente de falhas de projeto, falhas de execução, compra de materiais e problemas de utilização e manutenção pós-ocupação, definidas em ordem decrescente de incidência como apresenta a figura 1 (HELENE, 2003):

Figura 1 – Origem das manifestações patológicas com relação às etapas construtivas das edificações.



Fonte: Helene (2003).

Os dados apresentados mostram que a metodologia adotada por grande parte das empreiteiras, de elaboração rápida e superficial de projetos visando iniciar as obras o mais rápido possível, aumenta a incidência de manifestações patológicas nas edificações. Por falta de especificações no projeto, são necessárias decisões



emergenciais no momento da execução da obra, podendo ocasionar falhas e defeitos na construção (HELENE, 2003).

Conforme Dardengo (2010), as formas patológicas mais frequentes são infiltrações, fissuras, corrosão de armadura, movimentações térmicas e descolamentos. De um modo geral, estas manifestações são evolutivas, podendo interferir no surgimento de outras. Portanto, é importante a detecção precoce das patologias, a fim de reduzir a perda de desempenho e custo de recuperação.

Segundo Antoniazzi (2008), cada patologia construtiva requer investigações específicas e minuciosas, já que manifestações patológicas com causas distintas e que ocorrem em diferentes fases de projeto podem se expressar da mesma forma.

### **2.1.1. Manifestações patológicas relacionadas às falhas de projeto**

As falhas durante a etapa de projeto podem ser várias e podem ter origem no estudo preliminar, anteprojeto ou durante o desenvolvimento do projeto executivo. Tais falhas podem ser diversas (DARDENGO, 2010; CRUZ, 2013), como:

- Ausência de projetos;
- Projetos mal elaborados ou incompletos;
- Incompatibilização entre projetos;
- Elementos de projeto inadequados;
- Erros de dimensionamento;
- Detalhamento omitido, insuficiente ou errado;
- Detalhes construtivos inexequíveis;
- Especificação de materiais inadequada;
- Baixa qualidade dos materiais especificados;
- Falta de padronização das representações;
- Falta de clareza de informações;
- Falta de projeto *As Built* com todas as modificações realizadas durante a execução da obra.

O aparecimento de manifestações patológicas e diminuição da vida útil da edificação pode ter direta relação com as decisões tomadas na fase de projeto, como

soluções construtivas, seleção dos materiais, componentes e sistemas construtivos utilizados, exigindo atenção do projetista às normas, resoluções e especificações adequadas para cada caso (DARDENGO, 2010).

Observa-se ainda que, os erros de compatibilidade entre projetos são comuns em obras de maior porte que envolve muitos projetos. A não concordância e conformidade entre os projetos estruturais, arquitetônicos, instalações e outros pode desencadear erros graves na execução da obra (ANTONIAZZI, 2008).

Portanto, é muito importante que os projetos contemplem recomendações para simplificação da execução, bem como a racionalização dos procedimentos e as especificações dos meios utilizados na fase de execução da obra para que sejam evitadas falhas e perdas com retrabalho (OLIVEIRA, 2013).

### **2.1.2. Manifestações patológicas relacionadas às falhas decorrentes da escolha/compra de materiais**

Os materiais e componentes utilizados na construção civil devem atender aos critérios de qualidade e desempenho normativos e as exigências dos clientes. Entretanto, durante a escolha dos materiais, muitas vezes opta-se pelo preço em detrimento da qualidade do produto, deixando de lado outros fatores como: durabilidade e custo-benefício a médio e longo prazo (ANTONIAZZI, 2008).

A indústria construtiva é condicionada pela oferta da indústria de materiais devido à fragilidade, falta de organização e racionalização das construtoras, fazendo com que se tornem reféns daquilo que é oferecido no mercado. Por isso, deve ser enfatizada a fiscalização do controle tecnológico e de recebimento desses materiais no canteiro de obras, além da retroalimentação dessas informações para que exista melhoria contínua dos produtos ofertados. Existem normas técnicas para os procedimentos de aquisição e conferência durante o recebimento e estocagem dos materiais no canteiro de obras, todavia não são adotadas por grande parte das empreiteiras (CRUZ, 2013).

São vários os benefícios que a implantação do gerenciamento adequado da cadeia de suprimentos e do controle eficiente do fluxo de estoque utilizados na

construção pode trazer, como exemplos: aumento de produtividade e a diminuição dos custos e incidências patológicas nas construções (FONTANINI E PICCHI, 2007).

### **2.1.3. Manifestações patológicas relacionadas às falhas de execução**

Durante a fase de execução, diversos fatores podem influenciar na ocorrência de falhas nas edificações, como exemplo (OLIVEIRA, 2013):

- Condições inadequadas do local de trabalho;
- Mão de obra mal ou não capacitada;
- Inexistência ou ineficiência de controle de qualidade durante a execução;
- Deficiência no gerenciamento da execução;
- Irresponsabilidade técnica e soluções improvisadas;
- Utilização de materiais e componentes de má qualidade;
- Falta de tempo para realização de serviços.

Para garantir a realização de todas as prescrições referentes à execução, o controle de qualidade deve abranger todas as etapas executivas, existindo a necessidade de procedimentos de controle bem definidos para cada subsistema da edificação. Além disso, é necessária a capacitação técnica do profissional responsável pelo controle de execução, possuindo tanto formação teórica, como experiência prática, podendo também realizar treinamentos com os profissionais de execução (OLIVEIRA, 2013).

O problema da baixa qualidade técnica da mão de obra tem grande influência dos problemas socioeconômicos que envolvem a classe operária na construção civil. Isto é reflexo da baixa remuneração e da grande carga horária de trabalho dos colaboradores, promovendo a desmotivação, baixa produtividade e execução inadequada. Simultaneamente, existe o problema da rotatividade das equipes de trabalho, já que o setor da construção civil é bastante nômade, dificultando assim o processo de treinamento da mão de obra (CRUZ, 2013).

#### **2.1.4. Manifestações patológicas relacionadas às falhas de uso e manutenção predial**

Para o uso de uma edificação, o usuário deve ser orientado quanto aos procedimentos recomendáveis para que não se manifestem falhas devido ao uso e operação inadequada dos componentes do imóvel. Estas falhas podem ser divididas em dois grupos: ações previsíveis e ações imprevisíveis ou acidentais (OLIVEIRA, 2013):

- Ações previsíveis: são decorrentes da ignorância técnica dos usuários devido à falta de informações quanto ao uso, como exemplo de cargas excessivas não planejadas para finalidade da edificação;
- Ações imprevisíveis ou acidentais: provenientes da alteração das condições de exposição da estrutura, incêndios, abalos e outros.

Alguns problemas de uso são comuns, como operação incorreta de portas e janelas, impactos contra pisos e paredes, sobrecarga superior às previstas, uso de equipamentos elétricos com capacidade acima da instalada, pequenas reformas indevidas, plantação de árvores com raízes profundas próximo a paredes e pisos, entre outros. Esses problemas se devem, na maioria dos casos, a ignorância técnica dos usuários e podem ser mitigados com o desenvolvimento e entrega de manuais de uso, operação e manutenção detalhados, contendo todas as informações necessárias para o correto uso, manutenção e aproveitamento das edificações (ANTONIAZZI, 2008).

Os procedimentos de manutenção, quando realizados de forma frequente e planejados, auxiliam na melhoria do desempenho e aumento da vida útil da edificação, além de reduzir custos com reparos de manifestações patológicas. De acordo com Antoniazzi (2008), muitas pessoas ainda não valorizam a importância das atividades de manutenção, pois não sabem que os custos referentes à reparação dos problemas são mais elevados do que os custos com manutenção periódica.

## **2.2. Mecanismos de atuação da água nas edificações**

A água sempre foi uma preocupação na construção civil, por ser uma das principais causas de patologias e funcionar como meio para outras causas de

manifestações patológicas, podendo afetar diversos elementos das edificações e gerar grandes problemas a curto, médio e longo prazo (RIGUI, 2009).

Segundo Queruz (2007), são cinco as causas da presença de umidade nas edificações:

- Umidade de infiltração: Associada à ação das chuvas e ventos, este tipo de umidade passa das áreas externas para as internas por conta de fatores como a alta capacidade de absorção dos materiais, presença de trincas e/ou fendas, ausência ou falha de impermeabilização e falhas em elementos construtivos como portas e janelas;
- Umidade ascensional: Associada à presença de água no solo, seja por fenômenos sazonais ou por presença de lençóis freáticos superficiais, fazendo com que pisos e paredes sejam afetados, esta última ocasionada pelo fenômeno da capilaridade. Também decorre diretamente da ausência ou falha de sistemas impermeabilizantes;
- Umidade por condensação: Associada a grande umidade no ar e superfícies que estejam em baixas temperaturas, fazendo com que haja redução na capacidade de absorção de umidade pelo ar, quando este é resfriado ao colidir com a parede e acaba precipitando. Este tipo de agente costuma se apresentar de forma superficial, sem penetrar os elementos em grandes profundidades, já que a inserção da água se dá pelo ar;
- Umidade da obra: Associada à umidade interna dos materiais durante a execução da obra e que se exterioriza para estabilizar com o ambiente. Facilmente identificada em argamassas de reboco que transferem o excesso de umidade para o interior das alvenarias, fazendo com que necessite de um tempo maior do que a cura do próprio reboco para que entre em equilíbrio com o ambiente em que está situada;
- Umidade acidental: Associada às falhas nos sistemas hidro sanitários, gerando infiltrações. Costumam se apresentar por meio de manchas isoladas com formato circular e centro mais úmido. Deve ser atentado principalmente em edificações mais velhas, já que aumenta a probabilidade da existência de

materiais com o tempo de vida excedido e que não são contemplados nos planos de manutenção predial.

### **2.3. Impermeabilização das edificações**

A impermeabilização é o produto resultante do conjunto de componentes construtivos que visam garantir a proteção de elementos da edificação que possam sofrer com a ação deletéria de fluídos, vapores e umidade. Esta possui importância fundamental na durabilidade das edificações, já que a água é um dos principais agentes e meio para instalação de diversas manifestações patológicas (RIGUI, 2009). Por isso, são necessários projetos adequados e detalhados, além de atenção na hora da execução, requerendo uma mão de obra especializada neste tipo de serviço.

Segundo a NBR 9575 (ABNT, 2010): Impermeabilização - Seleção e projeto - se faz necessário que, para obras de construção civil de uso público, coletivo e privado, os projetos básico, executivo e demais serviços sejam elaborados por profissionais legalmente habilitados, sendo necessário desenvolvê-los e compatibilizá-los com os demais projetos da construção (arquitetônico, estrutural, hidrossanitário, águas pluviais, gás e elétrico) e detalhar suas especificações, de modo a:

- Evitar a passagem de fluidos e vapores nas construções, pelas partes que requeiram estanqueidade, podendo ser integrados ou não outros sistemas construtivos;
- Proteger contra a ação de agentes agressivos presentes na atmosfera, os elementos e componentes construtivos que estejam expostos ao intemperismo;
- Proteger o meio ambiente de agentes contaminantes;
- Possibilitar, sempre que possível, o acesso à impermeabilização, tendo o mínimo de intervenção nos revestimentos sobrepostos a ela, a fim de evitar falhas no sistema impermeabilizante.

A norma também determina que os sistemas de impermeabilização a serem adotados devem atender algumas exigências, de acordo com o ambiente empregado:

- Resistir às cargas estáticas e dinâmicas atuantes sob e sobre a impermeabilização;
- Resistir aos efeitos dos movimentos de dilatação e retração do substrato e revestimentos, ocasionados por variações térmicas;
- Resistir aos desgastes e descolamentos provocados por influências climáticas, térmicas, químicas ou biológicas;
- Resistir às pressões hidrostáticas, de percolação, coluna d'água e umidade do solo;
- Resistir ao ataque e agressão de raízes de plantas ornamentais;
- Apresentar aderência, flexibilidade, resistência e estabilidade mecânica compatíveis com as solicitações previstas nos demais projetos.

São inúmeros os locais onde é necessária a aplicação de impermeabilização, tais como: subsolos, *playgrounds*, lajes internas de cozinhas, banheiros, varandas, áreas de serviço e/ou outro tipo de área molhada, jardineiras, caixas d'água e cisternas, piscinas, calhas, banheiras, terraços, marquises, muros de arrimo, coberturas, lajes planas, rampas, etc.

Um estudo realizado por Antonelli (2002) verificou que, dentre os edifícios analisados, 86% apresentavam manifestações patológicas visíveis, variando a gravidade de acordo com a idade da edificação, ou seja, quanto maior a idade pior a condição da mesma. Isto evidencia a necessidade de intervenções imediatas em problemas patológicos associados à impermeabilização, identificando as prováveis causas para determinação de terapias adequadas, impedindo o desenvolvimento de problemas mais graves.

O mesmo estudo mostra que as expectativas de manifestações patológicas foram identificadas em 8% dos prédios, que são os problemas identificados que podem gerar futuras patologias. Os edifícios deste grupo têm variação de idade entre um a três anos. Somente 6% dos prédios vistoriados não apresentaram falhas visíveis, tendo idade entre seis meses a um ano e seis meses.

Os resultados do estudo realizado por Antonelli (2002) podem ser verificados na figura 2:

Figura 2 – Incidência de manifestações patológicas associadas à impermeabilização.



Fonte: Antonelli (2002).

### 2.3.1. Projetos e serviços para impermeabilização

A NBR 9575 (ABNT, 2010) também especifica os requisitos necessários para cada tipo de projeto e serviço a serem desenvolvidos, determinando:

- Estudo preliminar:
  - a) Relatório contendo a qualificação das áreas;
  - b) Planilha contemplando os tipos de impermeabilização aplicáveis ao empreendimento, de acordo com os conceitos do projetista e incorporador contratante.
- Projeto básico de impermeabilização:
  - a) Definição das áreas a serem impermeabilizadas e equacionamento das interferências existentes entre todos os elementos e componentes construtivos;
  - b) Definição dos sistemas de impermeabilização;
  - c) Planilha de levantamento quantitativo;
  - d) Estudo de desempenho;
  - e) Estimativa de custos.
- Projeto executivo de impermeabilização:
  - a) Plantas de localização e identificação das impermeabilizações, bem como dos locais de detalhamento construtivo;
  - b) Detalhes específicos e genéricos que descrevam graficamente todas as soluções de impermeabilização;



- c) Detalhes construtivos que descrevam graficamente as soluções adotadas no projeto de arquitetura;
- d) Memorial descritivo de materiais e camadas de impermeabilização;
- e) Memorial descritivo de procedimentos de execução;
- f) Planilha de quantitativos e serviços.
- Serviços complementares ao projeto executivo de impermeabilização:
  - a) Metodologia para controle e inspeção dos serviços;
  - b) Metodologia para controle dos ensaios tecnológicos de produtos especificados;
  - c) Diretrizes para elaboração de manual de uso, operação e manutenção.

### **2.3.2. Sistemas impermeabilizantes**

A principal função dos sistemas impermeabilizantes é proteger os elementos da edificação sujeitos aos malefícios causados pela água, como infiltrações, eflorescência e vazamentos. Existem diversos produtos impermeabilizantes disponíveis no mercado, de origens, qualidade, métodos de aplicação e desempenho variáveis, e estes devem ter suas características estudadas, observando os parâmetros técnicos e ações físico-químicas envolvidas no processo, para permitir a escolha do sistema impermeabilizante adequado ao ambiente em que será empregado (RIGUI, 2009).

A NBR 9575 (ABNT, 2010) classifica os tipos de impermeabilização de acordo com o principal material constituinte da camada impermeável, sendo divididos em:

- Cimentícios:
  - a) Argamassa com aditivo impermeabilizante;
  - b) Argamassa modificada com polímero;
  - c) Argamassa polimérica;
  - d) Cimento modificado com polímero.
- Asfálticos:
  - a) Membrana de asfalto modificado sem adição de polímero;
  - b) Membrana de asfalto elastomérico;
  - c) Membrana de emulsão asfáltica;

- d) Membrana de asfalto elastomérico, em solução;
- e) Manta asfáltica.
- Poliméricos:
  - a) Membrana elastomérica de policloropreno e polietileno clorossulfonado;
  - b) Membrana elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R), em solução;
  - c) Membrana elastomérica de estireno-butadieno-estireno (S.B.S.);
  - d) Membrana elastomérica de estireno-butadieno-ectireno-ruber (S.B.R.);
  - e) Membrana de poliuretano;
  - f) Membrana de poliuréia;
  - g) Membrana de poliuretano modificado com asfalto;
  - h) Membrana de polímero acrílico com ou sem cimento;
  - i) Membrana acrílica para impermeabilização;
  - j) Membrana epoxídica;
  - k) Manta de acetato de etilvinila (E.V.A.);
  - l) Manta de policloreto de vinila (P.V.G.);
  - m) Manta de polietileno de alta densidade (P.E.A.D.);
  - n) Manta elastomérica de etilenopropilenodieno-monômero (E.P.D.M.);
  - o) Manta elastomérica de poliisobutileno isopreno (I.I.R.).

Na NBR 9574: Execução de impermeabilização (ABNT, 2008), os sistemas de impermeabilização são classificados pelas partes construtivas em que são aplicados, sendo sujeitas à fissuração ou não. Divididos entre:

- Rígidos (Cimentícios): conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas não sujeitas à fissuração (partes mais estáveis da edificação, menos sujeitas a movimentações, vibrações e variações térmicas), já que os impermeabilizantes rígidos não trabalham junto com a estrutura.
- Flexíveis (Asfálticos e Poliméricos): conjunto de materiais ou produtos aplicáveis nas partes construtivas sujeitas à fissuração (partes menos estáveis da edificação, mais sujeitas a movimentações, vibrações e variações térmicas), já que os impermeabilizantes flexíveis trabalham junto com a estrutura.

### **2.3.3. Proteção da impermeabilização**

A necessidade de proteção da impermeabilização varia de acordo com sistema adotado. Para concepção e dimensionamento da mesma, devem ser observadas quais ações e solicitações a impermeabilização aplicada será submetida. Desta forma, a classificação é estabelecida (RIGHI, 2009):

- Isolamento térmico: possui a função de proteger o sistema impermeabilizante contra os efeitos danosos da grande variação de temperatura. Esta variação pode provocar dilatações da estrutura e ocasionar movimentos e fissuras na mesma, prejudicando o desempenho da impermeabilização. A necessidade da aplicação do isolamento térmico na cobertura depende das condições climáticas da localidade e visa atender três funções: conforto, economia de energia e estabilização da estrutura.
- Proteção mecânica: possui a função de absorver e dissipar os esforços atuantes sobre a impermeabilização, assim como proteger da ação de intempéries, agentes poluentes e irradiação solar. Alguns sistemas impermeabilizantes dispensam a proteção mecânica, pois já possuem acabamento superficial incorporado que apresenta características técnicas para resistir a ação de intempéries, agentes poluentes e irradiação solar. Todavia, devem ser utilizados somente em locais com eventual trânsito de pessoas (manutenção).

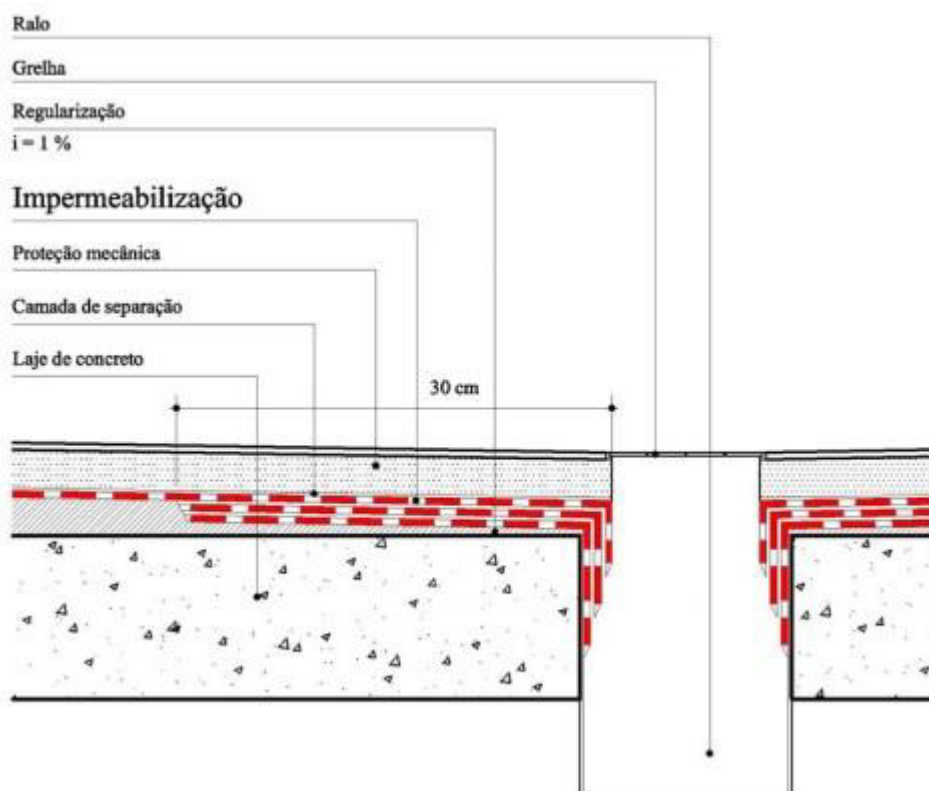
### **2.3.4. Detalhes construtivos**

Para o sucesso da impermeabilização, esta deve receber cuidados especiais. É necessária atenção com ações anteriores à aplicação da impermeabilização em si, como a preparação da superfície e cuidados com detalhes construtivos, e com ações posteriores, como isolamento térmico e proteção mecânica, quando necessários (RIGHI, 2009).

Os detalhes construtivos são especificados pela NBR 9575 (ABNT, 2010), no que tange ao projeto executivo:

- A inclinação do substrato das áreas horizontais deve ser definida após estudos de escoamento, sendo no mínimo de 1% em direção aos coletores de água. Para calhas e áreas internas é permitido o mínimo de 0,5%, de acordo com a figura 3;

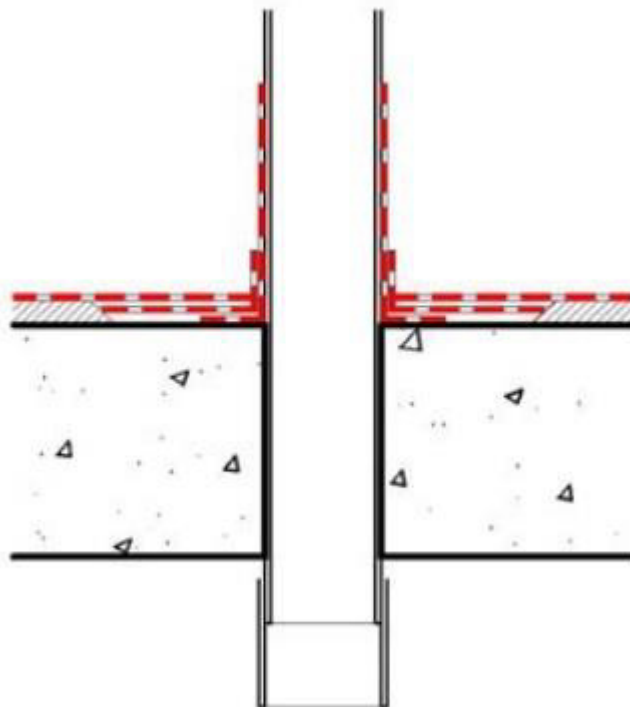
Figura 3 – Representação gráfica da inclinação do plano em direção ao coletor.



Fonte: Cruz (2003).

- Os coletores devem ter diâmetro nominal mínimo de 75 mm. Os coletores devem ser rigidamente fixados a estrutura. Este procedimento também deve ser aplicado aos coletores que atravessam vigas invertidas;
- As tubulações externas às paredes devem ser afastadas entre elas ou dos planos verticais no mínimo 10 cm;
- Toda a tubulação que atravesse a impermeabilização deve ser fixada na estrutura e possuir detalhes específicos de arremate e reforços da impermeabilização, de acordo com a figura 4;

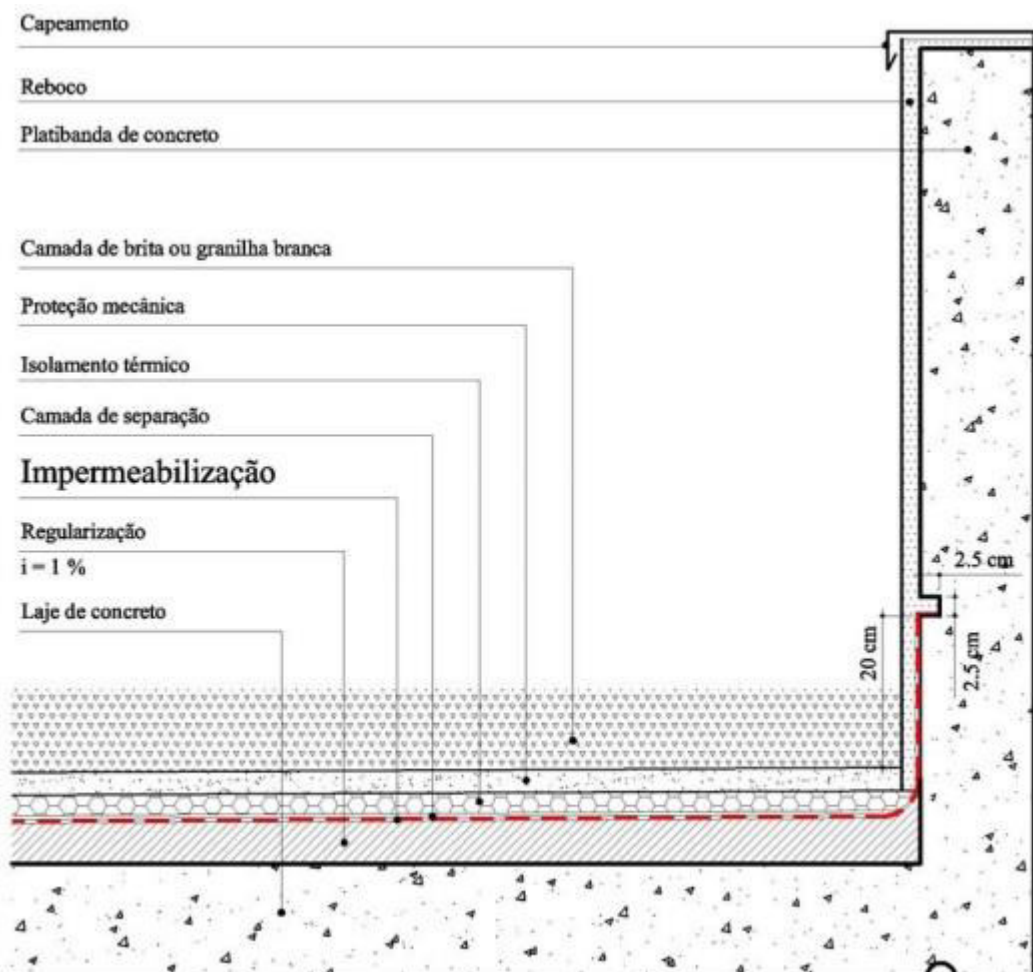
Figura 4 – Representação gráfica de passagem de tubulação.



Fonte: Cruz (2003).

- Todo encontro entre planos verticais e horizontais deve possuir detalhes específicos da impermeabilização;
- As arestas e os cantos vivos das áreas a serem impermeabilizadas devem ser arredondados sempre que a impermeabilização assim requerer;
- Os planos verticais a serem impermeabilizados devem ser executados com elementos rigidamente solidarizados as estruturas, até a cota final de arremate da impermeabilização, prevendo-se os reforços necessários;
- Deve ser previsto nos planos verticais encaixe para embutir a impermeabilização, para o sistema que assim o exigir, a uma altura mínima de 20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir, de acordo com a figura 5;

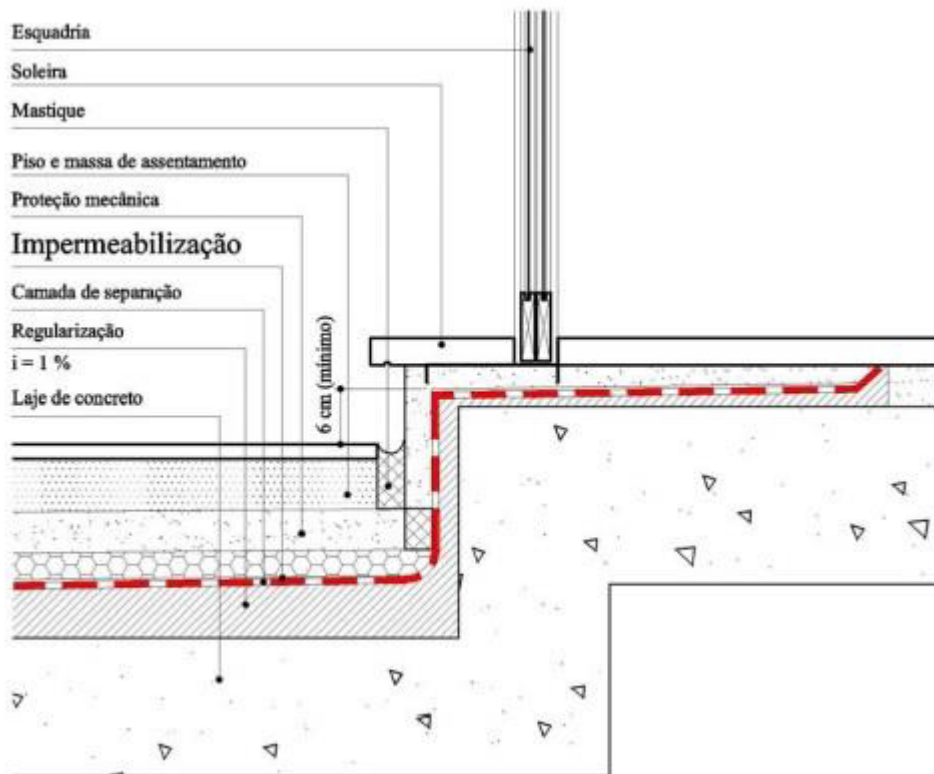
Figura 5 – Representação gráfica de planos verticais.



Fonte: Cruz (2003).

- Nos locais limites entre áreas externas impermeabilizadas e áreas internas, deve haver diferença de cota mínima de 6 cm com declividade para a área externa, além de ser necessário observar a execução de arremates adequados ao tipo de impermeabilização adotada, de acordo com a figura 6;

Figura 6 – Representação gráfica de cota de nível.

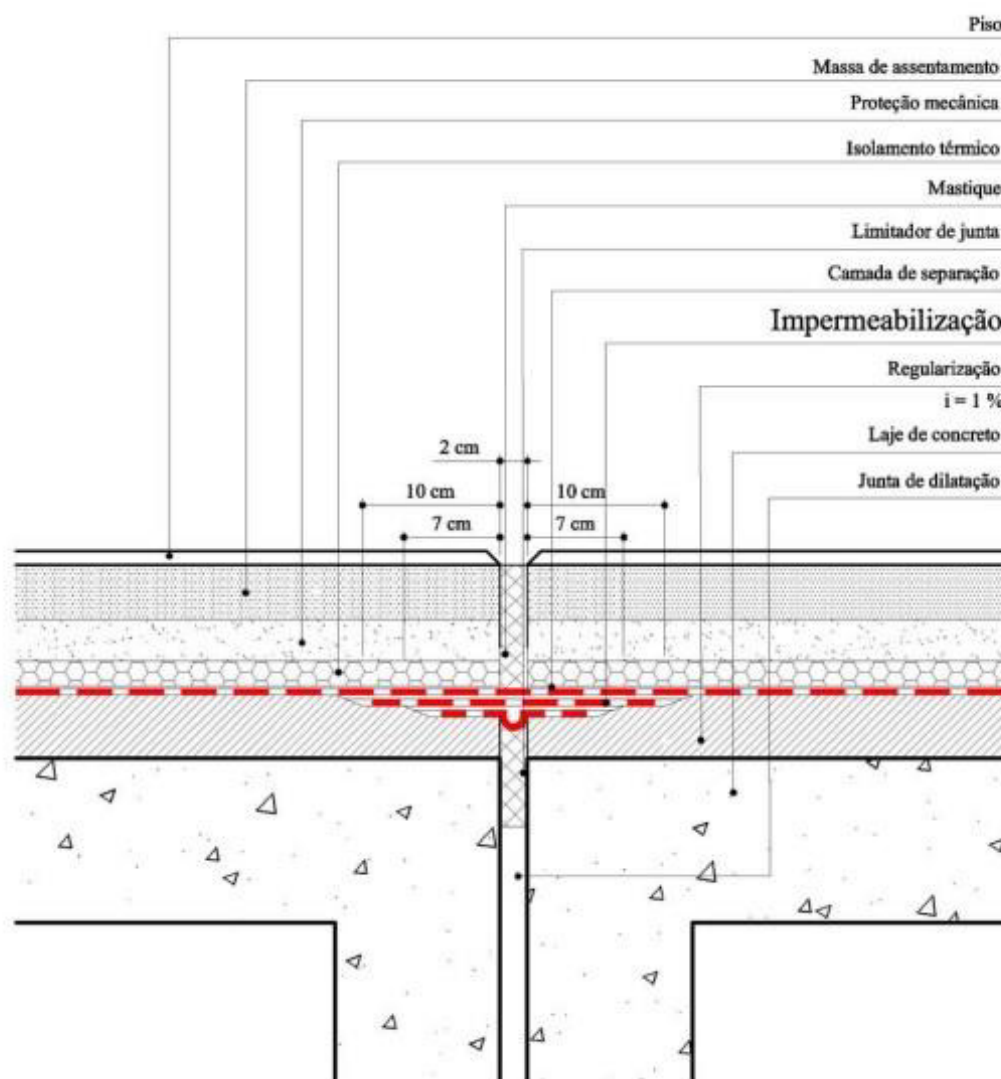


Fonte: Cruz (2003).

- Toda instalação que necessite ser fixada na estrutura, no nível da impermeabilização, deve possuir detalhes específicos de arremate e reforços da impermeabilização;
- As tubulações hidráulica, elétrica, de gás e outras que passam paralelamente sobre a laje devem ser executadas sobre a impermeabilização e nunca sob ela. Estas tubulações, quando aparentes, devem ser executadas no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado, depois de terminada a impermeabilização e seus complementos;
- Quando houver tubulações embutidas na alvenaria, deve ser prevista proteção adequada para a fixação da impermeabilização;
- Quando houver tubulações de água quente embutidas ou sistema de aquecimento de pisos, deve ser previsto isolamento térmico adequado destas para execução da impermeabilização;

- As proteções mecânicas, bem como os pisos posteriores, devem possuir juntas de retração e trabalho térmico preenchidos com materiais deformáveis, principalmente no encontro de diferentes planos;
- 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 e nos pisos posteriores, de acordo com a figura 7;

Figura 7 – Representação gráfica de junta de dilatação.



Fonte: Cruz (2003).



- Todas as áreas onde houver desvão devem receber impermeabilização na laje superior e recomenda-se também na laje inferior;
- Nos locais onde a impermeabilização for executada sobre contra piso, este deve estar perfeitamente aderido ao substrato.

#### **2.4. Patologias causadas pela falha ou ausência de impermeabilização**

As patologias relacionadas à impermeabilização, de modo geral, apresentam-se com características próprias e sistematizadas, conforme as descrições a seguir (PINTO, 1996; VERÇOZA, 1987):

- Corrosão de armaduras: A ação da água, juntamente com a presença de oxigênio, conduz a formação de óxidos e hidróxidos de ferro que provocam a corrosão e formação de ferrugem nas armaduras, como pode ser observado na figura 8;

Figura 8 – Corrosão da armadura em pilar.



Fonte: Castro e Martins (2014).

- Degradação e/ou fissuras na argamassa e/ou concreto: decorrente da ação da água que provoca dissolução e lixiviação dos componentes, provando a

redução da resistência mecânica e consequentes fissuras e degradação dos materiais, como pode ser observado na figura 9;

Figura 9 – Degradação do concreto em pilar.



Fonte: Castro e Martins (2014).

- Degradação do forro de gesso: A ação da água provoca decomposição do revestimento, que pode manifestar bolor, descascamento da pintura, desagregação do revestimento, e/ou outros, como pode ser observado na figura 10;

Figura 10 – Decomposição do forro de gesso.



Fonte: Castro e Martins (2014).

- Eflorescências: A presença da água provoca dissolução e lixiviação de sais de metais alcalinos e alcalino-ferrosos, que são arrastados para a superfície e provocam aparecimento de manchas, geralmente brancas, decorrentes da cristalização dos sais, como pode ser observado na figura 11;

Figura 11 – Eflorescência em platibanda e abaixo da janela.



Fonte: Castro e Martins (2014).

- Manchas de umidade e gotejamento: decorrente do excesso de umidade impregnada na superfície, apresentando cor diferente do resto e podendo apresentar goteiras, como pode ser observado na figura 12;

Figura 12 – Manchas de umidade.



Fonte: Barbosa (2018).

- Mofo e bolor: proliferação de fungos na superfície de lajes, paredes, vigas ou pilares decorrente do excesso de umidade, ocasionando o aparecimento de manchas escuras e esverdeadas, como pode ser observado na figura 13;

Figura 13 – Presença de mofo em laje.



Fonte: Barbosa (2018).

- Empolamento e vesículas na pintura: decorrente da presença de umidade, gerando reação de hidratação da cal virgem e ocasionando o empolamento ou aparecimento de vesículas a área atingida, como pode ser observado na figura 14;

Figura 14 – Empolamento da pintura.



Fonte: Castro e Martins (2014).

- Descolamento de pintura e/ou revestimento cerâmico: decorrente do excesso de água, ocasionando o descolamento da parte atingida, como pode ser observado na figura 15;

Figura 15 – Descolamento de pintura.



Fonte: Castro e Martins (2014).

## **2.5. Possíveis causas e terapias para patologias relacionadas à impermeabilização**

As manifestações patológicas em geral podem acontecer em qualquer etapa construtiva e por isso podem ser atribuídas a um conjunto de fatores. Estas decorrem principalmente de falhas de projeto, compra de materiais, execução e problemas de utilização e manutenção pós-ocupação (ANTONIAZZI, 2008).

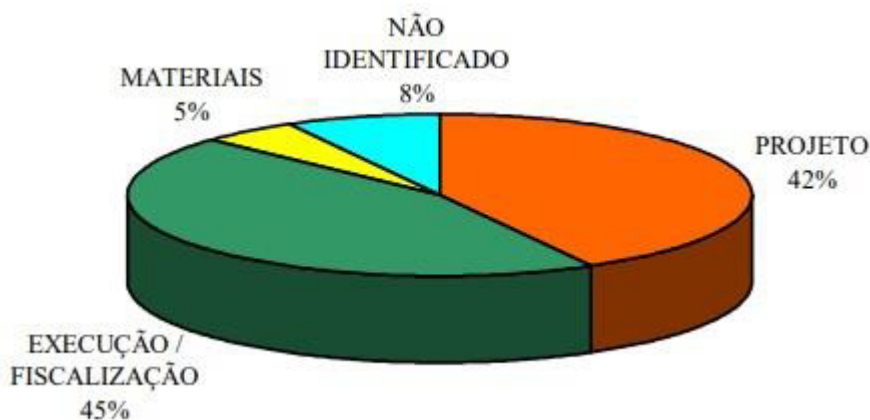
Entre as patologias associadas à impermeabilização, pode-se observar na maioria das vezes (MORAES, 2002):

- Defeitos devido ao projeto:
  - a) Pela ausência do próprio projeto;
  - b) Pela especificação inadequada dos materiais;
  - c) Pela falta de dimensionamento e previsão do número de coletores pluviais para escoamento d'água;
  - d) Pela interferência de outros projetos na impermeabilização;
  - e) Pela falta de previsão de desnível junto a soleira;
  - f) Pela ausência de inclinação do substrato.

- Defeitos devido à qualidade de materiais:
  - a) Compra de materiais inadequados;
  - b) Compra de materiais adulterados;
  - c) Ausência ou ineficiência do controle de qualidade do recebimento e estocagem dos materiais.
- Defeitos devido à execução:
  - a) Falta de argamassa de regularização que ocasiona a perfuração da impermeabilização;
  - b) Não arredondamento de cantos e arestas;
  - c) Execução da impermeabilização sobre base úmida, no caso de aplicação de soluções asfálticas, comprometendo a aderência;
  - d) Execução da impermeabilização sobre base empoeirada, comprometendo a aderência;
  - e) Juntas travadas por objetos com cantos cortantes, podendo agredir a impermeabilização;
  - f) Pouco transpasse de emendas;
  - g) Embutimento inadequado da impermeabilização em planos verticais.
- Defeitos devido à má utilização e/ou manutenção:
  - a) Danos causados em função de cargas excessivas (entulho, equipamentos, etc.) sobre a impermeabilização;
  - b) Perfuração de impermeabilização por materiais pontiagudos;
  - c) Perfuração de impermeabilização, sem qualquer reparo, após instalação de estruturas;
  - d) Troca de pisos.

Em estudo realizado por Antonelli (2002), foi verificado que falhas na execução e controle de qualidade das impermeabilizações são responsáveis por 45% das manifestações patológicas identificadas. A inexistência ou não compatibilização dos projetos de impermeabilização representam 42% das origens dos problemas patológicos e apenas 5% está relacionado a qualidade do material utilizado, como pode ser verificado na figura 16.

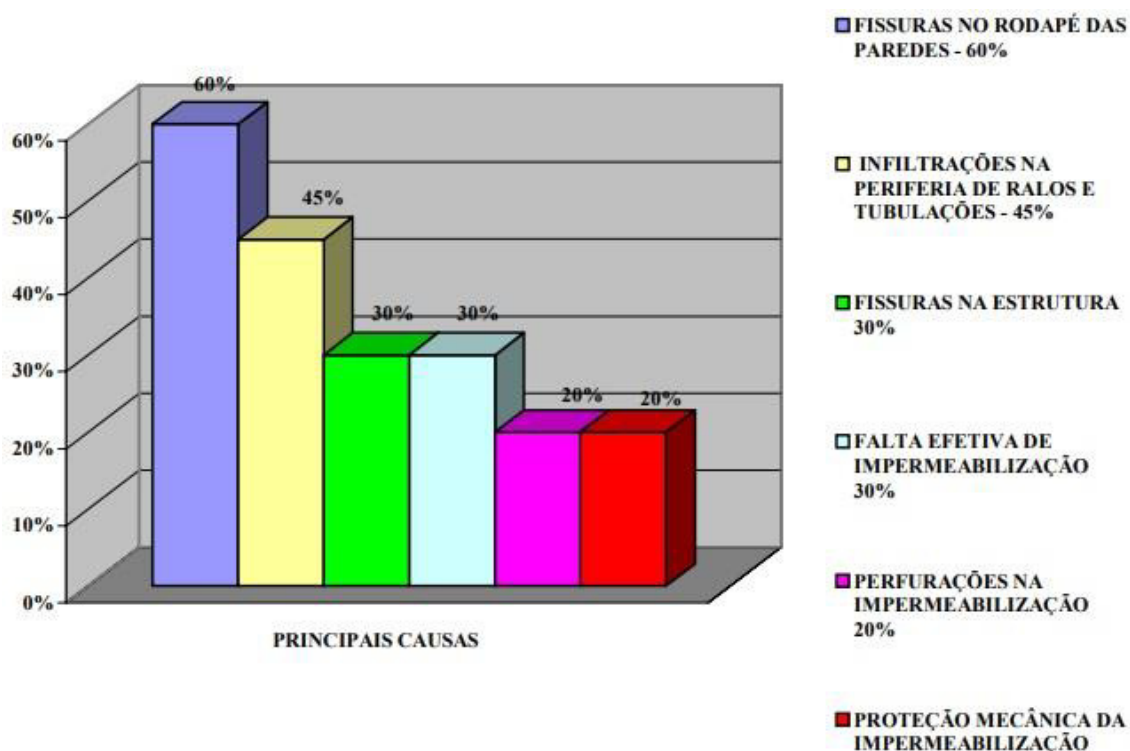
Figura 16 – Origens das manifestações patológicas associadas a impermeabilização.



Fonte: Antonelli (2002).

O mesmo estudo também verificou as principais causas de infiltrações, decorrentes de alguma das origens anteriores, conforme a figura 17:

Figura 17 – Principais causas das manifestações patológicas associadas a impermeabilização.



Fonte: Antonelli (2002).

Verificando a figura 17, observa-se que as fissuras em rodapés estão presentes em 60% dos edifícios, evidenciando o cuidado que se deve ter para garantir a adequação da espessura da proteção mecânica, embutimento e aderência da impermeabilização nas paredes e o arredondamento de arestas e cantos vivos. As infiltrações na periferia de ralos e tubulações foram observadas em 45% das edificações, ficando clara a necessidade de serviços de arremates adequados dessas partes. Na presença de fissuras na estrutura, deve ser analisado o comportamento estrutural para então especificar o reparo e reforço da impermeabilização.

A ausência de impermeabilização foi verificada em 30% dos prédios e comprova que muitas construtoras ainda têm negligenciado essa etapa construtiva. Já a ineficiência da proteção mecânica e perfurações na impermeabilização, que foram identificadas em 20% das construções, podem decorrer tanto da ausência de especificações de projeto adequadas quanto da ineficiência da execução (ANTONELLI, 2002).

As terapias para as manifestações patológicas associadas a impermeabilização devem ser estabelecidas de acordo com as causas identificadas, propondo soluções eficientes e eficazes, por meio de projetos e especificações adequadas para realização dos reparos, além de fiscalização para controle de qualidade da execução dos serviços (RIGUI, 2009).



### **3. METODOLOGIA**

No presente capítulo é apresentada a metodologia que foi utilizada para realizar a identificação e análise das manifestações patológicas pós-ocupação relacionadas à impermeabilização da laje de cobertura do Centro Pedagógico Paulo Freire.

Para tal, foi necessário, primeiramente, desenvolver a contextualização do trabalho a fim de expressar a relevância e motivações que levaram a escolha do tema, através da realização de uma pesquisa bibliográfica referente aos pontos pertinentes ao tema, utilizando-se de livros, teses, dissertações, artigos, normas e outras bibliografias com contribuições significativas para a implementação do trabalho.

O objeto de estudo, localizado na Cidade Universitária Dom Delgado - Universidade Federal do Maranhão, possui quatro pavimentos, sendo o térreo e mais três pavimentos de repetição acima. Este foi concluído em 2012 e é utilizado para fins educacionais, construído em uma área de 14548,85 m<sup>2</sup> e dividido entre Asa Norte e Asa Sul, possuindo 48 salas de aula, 6 miniauditórios, 1 auditório principal e 2 laboratórios de informática.

#### **3.1. Análise de projetos e especificações relacionadas ao sistema impermeabilizante da laje de cobertura da edificação objeto de estudo**

Em solicitação realizada aos servidores da Prefeitura de Campus da Universidade Federal do Maranhão, foram fornecidos os projetos, especificações e informações relacionadas à impermeabilização da edificação objeto de estudo. Assim, foi realizado o comparativo entre os requisitos normativos da NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto (ABNT 2010), e o que foi realmente elaborado/projetado para execução adequada do sistema impermeabilizante do prédio.

#### **3.2. Identificação e análise das manifestações patológicas existentes e em potencial decorrentes da impermeabilização da laje de cobertura da edificação objeto de estudo**

Nesta etapa foi realizada a verificação dos procedimentos executivos e condições atuais do sistema impermeabilizante da laje de cobertura, além da

identificação das manifestações patológicas no terceiro pavimento tipo da edificação objeto de estudo relacionadas a falhas do sistema impermeabilizante da laje de cobertura.

Inicialmente ocorreu a verificação da conformidade dos procedimentos executivos implementados e das condições atuais do sistema impermeabilizante aplicado na laje de cobertura do objeto de estudo, a fim de identificar manifestações patológicas em potencial. Esta etapa foi realizada através de inspeções visuais com auxílio de *checklist* e imagens fotográficas.

Ressalta-se que, o quadro 1 – *Checklist* de inspeção dos procedimentos executivos e condições do sistema impermeabilizante – foi elaborado de acordo com os requisitos estabelecidos nas NBR 9574: Execução de impermeabilização (ABNT, 2008) e NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto (ABNT, 2010).

Quadro 1 – *Checklist* de inspeção dos procedimentos executivos e condições do sistema impermeabilizante.

<b>Local inspecionado:</b>				
<b>Data:</b>				
<b>Sistema impermeabilizante:</b>				
<b>Exigência normativa</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>Observações</b>
1 – Inclinação do substrato de acordo com o projeto				
2 – Número de ralos de acordo com o projeto				
3 – Limpeza e desobstrução do caminho de percolação da água				
4 – Disposição dos ralos e/ou tubulações externas a distância mínima de 10 cm de paredes e/ou outras interferências				
5 – Arremates adequados dos ralos e/ou tubulações externas				
6 – Sobreposições de emendas com mínimo de 10 cm				
7 – Aderência entre emendas da manta				
8 – Aderência entre manta e substrato				
9 – Integridade da impermeabilização				
10 – Arredondamento das arestas e cantos vivos				

11 – Disposição da impermeabilização em planos verticais em altura mínima de 20 cm				
12 – Embutimento da impermeabilização no plano vertical				
13 – Arremates adequados em instalações fixadas na estrutura				
14 – Presença de proteção mecânica				
15 – Integridade da proteção mecânica				
16 – Presença de juntas de trabalho térmico na proteção mecânica				
17 – Tubulações aparentes executadas no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado				
18 – Remoção de objetos que podem danificar e/ou perfurar o sistema impermeabilizante				
19 - Diferença de cota mínima de 6 cm entre áreas internas e externas, com declividade para a área externa				
<b>Legenda:</b> S – Sim; N – Não; P – Parcialmente				

Fonte: próprio autor.

Por fim, foi realizada a identificação ocorreu por meio de inspeções visuais norteadas e registradas através de *checklist*, além de imagens fotográficas da cobertura da edificação, ambos realizados no terceiro pavimento tipo da edificação.

Ressalta-se que, o quadro 2 – *Checklist* de inspeção para identificação de manifestações patológicas – foi elaborado com auxílio do referencial bibliográfico deste trabalho e utilizado para a identificação das manifestações patológicas, estando estabelecidos neste os critérios para relacionar as mesmas com a falha ou ausência de impermeabilização na cobertura da edificação.

Quadro 2 – Checklist de inspeção para identificação de manifestações patológicas.

<b>Local inspecionado:</b>				
<b>Data:</b>				
<b>Itens verificados</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>Observações</b>
1 – Presença de gotejamento decorrente de infiltração nas lajes de cobertura				
2 – Exposição e corrosão de armaduras decorrente de infiltração nas lajes de cobertura				
3 – Presença de fissuras e/ou degradação do reboco das paredes ou concreto decorrente de infiltração nas lajes de cobertura				
4 – Presença de manchas brancas características da eflorescência decorrente de infiltração nas lajes de cobertura				
5 – Presença de manchas de umidade nas paredes decorrente de infiltração nas lajes de cobertura				
6 – Presença de mofo e bolor decorrente de infiltração nas lajes de cobertura				
7 – Presença de empolamento e/ou vesículas na pintura, decorrente de infiltração nas lajes de cobertura				
8 – Descolamento da pintura decorrente de infiltração nas lajes de cobertura				
<b>Legenda:</b> S – Sim; N – Não; P – Parcialmente				

Fonte: próprio autor.

### **3.3. Determinação das prováveis causas e proposição de possíveis terapias para as manifestações patológicas**

A implementação desta etapa ocorreu após a identificação e análise dos projetos e especificações do sistema impermeabilizante da laje de cobertura da edificação objeto de estudo, bem como das manifestações patológicas detectadas, além da avaliação das condições atuais do sistema impermeabilizante implementado

na edificação. Desta maneira foi possível intuir os prováveis motivos do surgimento das manifestações patológicas detectadas, a fim de se evitar a reincidência das mesmas e o surgimento de novas anomalias, além de propor possíveis terapias às mesmas.

Observa-se que, a determinação das prováveis causas e proposição de terapias dos problemas patológicos detectados foi realizada com base nas bibliografias consultadas.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1. Apresentação das não conformidades de projetos e especificações do sistema impermeabilizante da laje de cobertura**

Em posse dos projetos, especificações e informações relacionadas à impermeabilização da edificação objeto de estudo, fornecidos por meio de solicitação aos servidores da Prefeitura de Campus da Universidade Federal do Maranhão, foi constatada a ausência de projetos específicos para a aplicação do sistema impermeabilizante de acordo com comparativo realizado com os requisitos normativos da NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto (ABNT 2010). As informações sobre a impermeabilização da edificação objeto de estudo são especificadas apenas:

- Na planta de cobertura: apresenta a área de lajes e calhas que devem ser impermeabilizadas, bem como a quantificação e disposição dos coletores de água e determinação de inclinação da superfície em 1% em direção aos coletores;
- No caderno de especificações: aponta que a regularização da superfície deverá ser realizada com argamassa de cimento e areia, traço 1:4, com caimento para os pontos de escoamento de água. Indica o tipo de impermeabilização a ser aplicada, sendo a manta asfáltica do tipo "Morter-Plas", da Texsa SA ou com características técnicas equivalentes, além de fazer observações sobre a proteção mecânica, posterior à aplicação da manta e que deve ser efetuada com argamassa de cimento e areia, traço 1:3;
- No Orçamento: mesmo sem o desenvolvimento de projetos específicos para implementação da impermeabilização, foi estipulado o custo com a aplicação dos sistemas impermeabilizantes na edificação objeto de estudo, que representa apenas 1% do custo total da obra.

Os servidores da Prefeitura de Campus confirmaram não existir os projetos básico e executivo, além da ausência das especificações dos serviços complementares de impermeabilização da edificação objeto de estudo. Devido as ausências mencionadas se pode constatar que não há verificação, por parte dos profissionais técnicos, das interferências entre os elementos da estrutura e

componentes construtivos do sistema impermeabilizante, do mesmo modo que não são desenvolvidos os detalhamentos genéricos e específicos de soluções, procedimentos de execução e controle de qualidade dos serviços realizados.

A estimativa de custo da implementação da impermeabilização sem o desenvolvimento de projetos e especificações adequadas, sendo estipulado o valor mínimo para este sistema construtivo, reforça a inexistência do cumprimento dos requisitos normativos técnicos nacionais para esta etapa da obra.

Sendo assim, pode-se intuir que o não atendimento às normas técnicas pode promover diversos problemas na execução da impermeabilização e consequentemente o desenvolvimento de futuras manifestações patológicas.

#### **4.2. Apresentação das manifestações patológicas existentes e em potencial decorrentes da impermeabilização da laje de cobertura**

A inspeção predial realizada através do *Checklist* de inspeção dos procedimentos executivos e condições do sistema impermeabilizante (quadro 1) auxiliou na verificação dos procedimentos executivos implementados e das condições atuais do sistema impermeabilizante aplicado, além de possibilitar a constatação de quatorze itens não conformes dentre os dezenove listados.

No quadro 3 consta quais foram os itens não conformes observados e os locais onde os mesmos se apresentaram, através do fracionamento da laje de cobertura em Asa Sul, Asa Norte e Região Central.

Quadro 3 – Não conformidades observadas.

<b>Item</b>	<b>Descrição do item não conforme</b>	<b>Localização</b>
1	Inclinação do substrato de acordo com o projeto	Asa Sul Região Central
3	Limpeza e desobstrução do caminho de percolação da água	Asa Sul Asa Norte Região Central
4	Disposição dos ralos e/ou tubulações externas a distância mínima de 10 cm de paredes e/ou outras interferências	Asa Sul Asa Norte Região Central
5	Arremates adequados dos ralos e/ou tubulações externas	Asa Sul

		Região Central
6	Sobreposições de emendas com mínimo de 10 cm	Asa Sul Região Central
7	Aderência entre emendas da manta	Asa Sul Região Central
8	Aderência entre manta e substrato	Asa Sul Asa Norte Região Central
9	Integridade da impermeabilização	Asa Sul Região Central
12	Embutimento da impermeabilização no plano vertical	Asa Sul Asa Norte Região Central
13	Arremates adequados em instalações fixadas na estrutura	Asa Sul Asa Norte
15	Integridade da proteção mecânica	Asa Norte
16	Presença de juntas de trabalho térmico na proteção mecânica	Asa Norte
17	Tubulações aparentes executadas no mínimo 10 cm acima do nível do piso acabado	Região Central
18	Remoção de objetos que podem danificar e/ou perfurar o sistema impermeabilizante	Asa Sul Região Central

Algumas observações são pertinentes e devem ser destacadas. São elas:

- Não foi possível inspecionar a laje de cobertura das rampas na Região Central devido à dificuldade de acesso (inexistência de escadas);
- A respeito do sistema impermeabilizante aplicado na cobertura, foram identificados dois tipos de impermeabilização. De acordo com informação fornecida pelo administrador da edificação objeto de estudo, toda a laje de cobertura foi impermeabilizada com sistema de manta asfáltica convencional com proteção mecânica. Todavia, foi necessária a realização de reparos devido a constatação de manifestações patológicas decorrentes de falhas na impermeabilização. Então, foi executada a aplicação de sistema de manta asfáltica aluminizada na Região Central e na Asa Norte, que não necessita de proteção mecânica;



- Não foi possível constatar se foi realizado o ensaio de estanqueidade em ambos os sistemas impermeabilizantes, já que não existem registros tanto da construção da edificação quanto da reforma para realização de reparo na impermeabilização.

O uso da manta asfáltica aluminizada, por não possuir proteção mecânica, deve ser empregado apenas em ambientes com eventual trânsito de pessoas (RIGUI, 2009). Na laje de cobertura da edificação objeto de estudo, esta foi aplicada nas calhas, que servem também como corredores para o trânsito de pessoas, aumentando a probabilidade de eventuais problemas com a impermeabilização.

Os itens 5, 6, 7, 9 e 18 do *Checklist* não puderam ser verificados na Asa Norte, em decorrência da proteção mecânica referente a impermeabilização original. Já os itens 15 e 16 não são pertinentes a Asa Sul e Região Central, onde foram realizados reparos com aplicação da manta asfáltica aluminizada e não possuem proteção mecânica aplicada sobre a impermeabilização.

A figura 18 expõe o acúmulo de água das chuvas, problema identificado em diversos pontos da Asa Sul e Região Central, locais onde foi realizada a aplicação da manta asfáltica aluminizada. O acúmulo de água constata a não conformidade referente a inclinação de 1% do substrato em direção aos coletores de água, determinada em projeto, dificultando o escoamento e podendo facilitar a infiltração da água na laje de cobertura da edificação.

Figura 18 – Ausência de drenagem da água das chuvas sobre a impermeabilização.



Fonte: Próprio autor (2018).

A sujeira e obstrução do caminho de percolação da água, observados na figura 19, assim como os problemas de inclinação do substrato, também geram dificuldades no escoamento da água, facilitando o processo de infiltração. Esses problemas são identificados nas três áreas da laje de cobertura, e se devem, possivelmente, a não remoção dos restos de materiais e não realização de limpeza após finalização da obra.

Figura 19 – Sujeira e obstrução do caminho de percolação da água.



Fonte: Próprio autor (2018).

A figura 20 é exemplo da disposição inadequada dos ralos, não levando em consideração a distância mínima de 10 cm de paredes e/ou outras interferências e dificultando a execução correta dos detalhes construtivos destas partes. Com isto, podem ser apresentadas falhas nos arremates dos ralos que possibilitem a infiltração de água na laje de cobertura. Já em relação ao dimensionamento do número de ralos e posicionamento de cada um, foi observada conformidade com o determinado na planta de cobertura da edificação objeto de estudo.

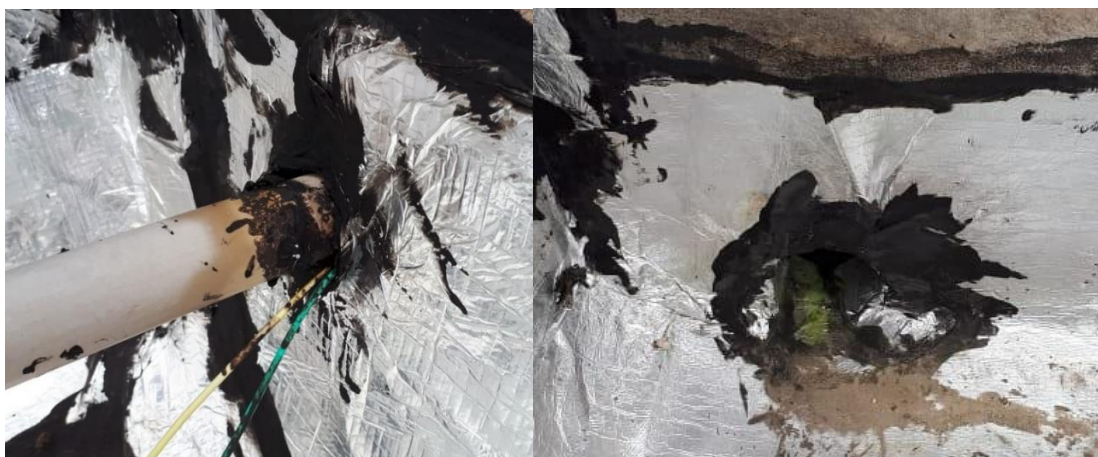
Figura 20 – Disposição inadequada do ralo.



Fonte: Próprio autor (2018).

A não conformidade da execução de arremates de tubulações externas e ralos é um problema em potencial verificado em grande quantidade na Asa Sul e Região Central, conforme ilustrado na figura 21 que mostra os arremates inadequados realizados na tubulação externa e ralo posicionados na parede. Em consequência, podem ser apresentadas falhas que possibilitem a percolação de água entre a manta e o substrato e consequente infiltração na laje de cobertura.

Figura 21 – Arremates inadequados de tubulação externa e ralo.



Fonte: Próprio autor (2018).

A não conformidade detectada na sobreposição das mantas também é um problema em potencial que pode gerar falhas que possibilitem a infiltração de água, sendo observada a inadequação deste detalhe construtivo e necessidade da utilização de remendos em quase todas as arestas e cantos vivos da extensão da Asa Sul e Região Central, regiões onde foi aplicada a manta asfáltica aluminizada, como ilustrado na figura 22.

Figura 22 – Sobreposição inadequada das mantas.



Fonte: Próprio autor (2018).

O descolamento entre mantas foi um problema pouco percebido, todavia possui consequência alarmante devido à alta capacidade de percolação de água, promovendo inicialmente infiltrações pontuais, que podem ser facilmente propagadas através dos poros capilares do concreto. A figura 23 ilustra a falta de aderência entre as mantas.

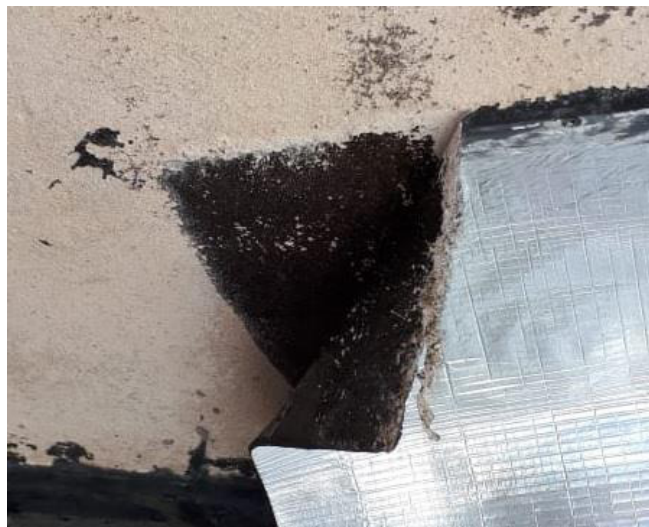
Figura 23 – Problema de aderência entre mantas.



Fonte: Próprio autor (2018).

Já o problema de aderência entre a manta e o substrato, conforme se observa na figura 24, é bastante comum na Asa Sul e Região Central, localização do reparo realizado com aplicação da manta asfáltica aluminizada, sendo possível também verificar este problema na Asa Norte, em alguns pontos em que há degradação da proteção mecânica no plano vertical. Notou-se que a maior incidência de descolamentos se dá no plano vertical, possivelmente por conta de outro problema constatado, que é o não embutimento da manta asfáltica na parede, tanto na impermeabilização original quanto na manta de reparo.

Figura 24 – Problema de aderência entre manta e substrato.



Fonte: Próprio autor (2018).

A figura 25 mostra alguns dos problemas na integridade da manta. Pôde-se observar o desenvolvimento pontual de plantas sobre a manta asfáltica aluminizada, indicando falhas graves da sua integridade, possivelmente ocasionado por danos anteriores à impermeabilização. Isto pode permitir a infiltração de água na laje de cobertura, além de possibilitar danos a própria estrutura da laje com o desenvolvimento das raízes das plantas. Também foi verificada a degradação da película de alumínio em diversos pontos, prejudicando a proteção térmica da edificação objeto de estudo.

Figura 25 – Problemas na integridade da manta.



Fonte: Próprio autor (2018).

Não foram executados arremates adequados após a instalação da estrutura de cobertura nos vãos abertos das Asas Norte e Sul, como se pode observar na figura 26. Tal fato pode ter possibilitado a percolação de água da chuva através destas falhas, promovendo pontos de infiltração no telhado onde a estrutura foi fixada.

Figura 26 – Arremate inadequado em instalação fixada na estrutura.



Fonte: Próprio autor (2018).

No tocante a integridade da proteção mecânica, pôde-se constatar o comprometimento da mesma em diversos pontos da Asa Norte, ver Figura 27. Foram identificadas fissuras em grande parte de sua extensão, além do descolamento no plano vertical em vários pontos e degradações severas, proporcionando o desenvolvimento de plantas sobre a proteção. Tais fatos podem ter ocorrido devido à ausência de juntas de trabalho na proteção mecânica, a fim de aliviar a carga térmica a qual a laje está submetida. Desta forma, a manta exposta fica sujeita a danos e degradação.

Figura 27 – Problemas na integridade da proteção mecânica.



Fonte: Próprio autor (2018).

A outra situação observada remete as tubulações aparentes que foram executadas sem elevação mínima estabelecida por norma, conforme se observa na figura 28. Tal situação pode ter dificultado e/ou impossibilitado o escoamento da água das chuvas, e assim facilitando a infiltração na laje de cobertura.

Figura 28 – Tubulação aparente executada sem elevação.



Fonte: Próprio autor (2018).

Quanto a exposição da manta a objetos perfurantes, o problema ocorreu na Asa Sul e Região Central, já que estas áreas não possuem proteção mecânica e estão diretamente em contato com tais objetos, como se pode verificar na figura 29. Isto pode causar danos a impermeabilização, possibilitando a infiltração de água devido a avarias na manta.



Figura 29 – Exposição da manta a objetos perfurantes.



Fonte: Próprio autor (2018).

Quando da realização da inspeção predial, através do *Checklist* de inspeção para identificação de manifestações patológicas (quadro 2), foi verificado que dentre os oito itens inspecionados, seis foram identificados no terceiro pavimento tipo da edificação objeto de estudo. O quadro 4 explana quais foram as manifestações patológicas observadas e os locais onde as mesmas estão instaladas.

O pavimento estudado foi fracionado em Asa Sul, Asa Norte e Região Central, reiterando que na laje de cobertura da Asa Norte está aplicada a impermeabilização original da edificação objeto de estudo (manta asfáltica convencional com proteção mecânica), já nas lajes de cobertura da Asa Sul e a Região Central foi realizado o reparo com aplicação da manta asfáltica aluminizada, que não necessita de proteção mecânica.

Quadro 4 – Manifestações patológicas identificadas.

Item	Descrição	Localização
1	Presença de gotejamento	Asa Sul Asa Norte
3	Presença de fissuras e/ou degradação do concreto (pilares, vigas ou lajes) ou do revestimento argamassado	Asa Norte
5	Presença de manchas de umidade nas paredes	Asa Sul Asa Norte Região Central

6	Presença de mofo e bolor (paredes, lajes, vigas, pilares)	Asa Sul Asa Norte
7	Presença de empolamento e/ou vesículas na pintura	Asa Sul Asa Norte
8	Descolamento da pintura	Asa Sul Asa Norte

A figura 30 mostra o gotejamento da laje de cobertura, um problema comum que se manifesta no terceiro pavimento tipo da edificação objeto de estudo, sendo necessária a disposição de baldes para evitar que a água acumule no piso. Este tipo de manifestação patológica pode afetar a segurança dos usuários, tornando pisos escorregadios, além de prejudicar a mobilidade e uso dos espaços da edificação.

Figura 30 – Gotejamento da laje de cobertura.



Fonte: Próprio autor (2018).

A degradação do reboco da parede, observada na figura 31, é uma das manifestações patológicas menos recorrentes no pavimento inspecionado, sendo apresentadas, em geral, por meio de pequenas fissuras e esfarelamento leve. Todavia, pode desenvolver-se e gerar diversos problemas consequentes, como o comprometimento térmico-acústico dos ambientes estudantis.

Figura 31 – Degradação de reboco da parede.



Fonte: Próprio autor (2018).

As manchas de umidade expostas na figura 32 geram incômodo visual e são identificadas nas três áreas do pavimento vistoriado, sendo a principal manifestação patológica encontrada. Estas são indicativos de manifestações patológicas em potencial, como a formação de mofo e bolor, decorrente do excesso de umidade na superfície de lajes, paredes, vigas ou pilares.

Figura 32 – Manchas de umidade na parede.



Fonte: Próprio autor (2018).

A formação de mofo e bolor, conforme verificada na figura 33, é constatada numerosas vezes nas Asas Norte e Sul do pavimento inspecionado, gerando desconforto visual intenso e ambiente de insalubridade, pois pode ser prejudicial à saúde.

Figura 33 – Formação de mofo e bolor na parede.



Fonte: Próprio autor (2018).

O empolamento e descolamento da pintura, observados, respectivamente, nas figuras 34 e 35, são manifestações patológicas bastante comuns nas Asas Norte e Sul do pavimento inspecionado, causando desconforto visual aos usuários.

Figura 34 – Empolamento da pintura.



Fonte: Próprio autor (2018).

Figura 35 – Descolamento da pintura.



Fonte: Próprio autor (2018).

É importante salientar que a provável causa das manifestações patológicas listadas no quadro 4 é a mesma: infiltração de água na laje de cobertura da edificação objeto de estudo. Em muitos casos, as manifestações patológicas decorrentes da

infiltração se instalam em conjunto, como é observado na figura 36 áreas com diversos problemas patológicos, como empolamento, presença mofo e bolor, manchas de umidade, descolamento da pintura e fissuras no revestimento argamassado.

Figura 36 – Áreas afetadas por diversos tipos de manifestações patológicas.



Fonte: Próprio autor (2018).

#### **4.3. Apresentação das prováveis causas e proposição de possíveis terapias para as manifestações patológicas existentes e em potencial**

Após a análise dos projetos e especificações referentes ao sistema impermeabilizante da laje de cobertura da edificação objeto de estudo, foi verificada a ausência dos projetos básico, executivo e especificações dos serviços complementares, requeridos na NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto (ABNT 2010), para instalação adequada da impermeabilização.

De acordo com Moraes (2002), essa é uma das principais causas do surgimento de problemas no sistema de impermeabilização e instalação de manifestações patológicas pós-ocupação. Por conta da ausência de projetos e especificações adequadas, todas as etapas construtivas subsequentes são

prejudicadas. É nesta fase que é realizada a compatibilização com os demais projetos da edificação, são determinados os materiais a serem utilizados e especificados todos os procedimentos e detalhes construtivos a serem executados, por isso interfere diretamente na eficiência e eficácia da impermeabilização.

Em razão da inexistência de projetos específicos, a avaliação dos procedimentos executivos se deu apenas em comparativo com os requisitos normativos estabelecidos nas NBR 9575 (ABNT, 2010) e NBR 9574 (ABNT, 2008). A avaliação realizada possibilitou a identificação de diversos problemas patológicos, decorrentes de vícios construtivos oriundos de imperícia técnica relacionada a especificação de materiais, execução e não cumprimento dos requisitos normativos técnicos nacionais, que envolvem a etapa de impermeabilização.

Os problemas verificados na impermeabilização original e na de reparo, aplicadas na laje de cobertura da edificação objeto de estudo são possivelmente causas diretas das manifestações patológicas detectadas no terceiro pavimento tipo da edificação. Estas manifestações patológicas foram ocasionadas, possivelmente, por infiltrações na laje de cobertura decorrentes de água da chuva, que percolou entre as diversas falhas constatadas na impermeabilização.

Os problemas identificados na laje de cobertura também se apresentam como manifestações patológicas em potencial, já que a evolução destas falhas, caso não sejam reparadas adequada e imediatamente, possibilitarão a instalação de novos pontos de infiltração, remetendo ao provável surgimento de novas manifestações patológicas.

Ainda, durante a realização deste trabalho foi constatado a inexistência de um plano de manutenção da edificação que englobe o sistema de impermeabilização da laje de cobertura. A realização da manutenção também é atrapalhada pela dificuldade de acesso em algumas áreas, como a laje de cobertura das rampas que não apresenta escadas instaladas. Com isso, aumenta-se a probabilidade de surgimento de possíveis problemas no sistema impermeabilizante.

Devido à grande quantidade de problemas verificados na laje de cobertura da edificação objeto de estudo, bem como o número elevado de pontos com manifestações patológicas instaladas no terceiro pavimento tipo, pode ser

considerado necessário que se refaça todo o sistema impermeabilizante da laje de cobertura. Para tal, sugere-se o cumprimento das etapas mencionadas a seguir:

- Elaboração de projeto de impermeabilização em conformidade com os requisitos normativos estabelecidos na NBR 9575 (ABNT, 2010);
- Desenvolvimento de controle da qualidade na aquisição, recebimento e armazenamento dos materiais empregados;
- Utilização de mão de obra qualificada para a execução, seguindo as recomendações estabelecidas na NBR 9574 (ABNT, 2008);
- Fiscalização, realizada por profissional capacitado, da conformidade da execução de acordo com os projetos e especificações elaboradas;
- Realização do teste de estanqueidade, com duração mínima de 72h, seguindo as recomendações estabelecidas na NBR 9574 (ABNT, 2008);
- Elaboração do plano de manutenção adequado às necessidades da impermeabilização aplicada, além de não permitir o uso indevido destas áreas, a fim de evitar danos a mesma.

Por fim, com a execução do sistema impermeabilizante apropriado, seguindo os critérios já listados, possivelmente, ocorrerá a mitigação de problemas futuros que potencializem o surgimento de novas manifestações patológicas, principalmente decorrentes de infiltração. Assim, podem ser realizados os reparos específicos de cada manifestação patológica encontrada no terceiro pavimento tipo da edificação objeto de estudo, possivelmente solucionando os problemas relacionados ao tema.



## 5. CONCLUSÃO

A partir do que fora apresentado neste trabalho se pode concluir que o mesmo:

- Contribuiu com a investigação e estudo referentes a identificação de manifestações patológicas existentes e em potencial relacionadas a falhas na impermeabilização de cobertura, através de estudo de caso realizado no Centro Pedagógico Paulo Freire – Cidade Universitária Dom Delgado – UFMA;
- Apresentou as prováveis causas e possíveis terapias para as manifestações patológicas identificadas na edificação objeto de estudo;
- Enfatizou a importância do sistema impermeabilizante como um todo e das etapas de desenvolvimento de projetos e execução do mesmo para a mitigação de patologias decorrentes da infiltração de água;
- Fomentará a prevenção das manifestações patológicas decorrentes de falhas no sistema impermeabilizante da laje de cobertura da edificação objeto de estudo.

Ao término das análises, verificou-se que a ausência de projetos específicos e adequados para a execução da impermeabilização na edificação objeto de estudo foi possivelmente um fator determinante para a ineficiência do sistema de impermeabilização empregado e conseqüente instalação de manifestações patológicas, já que este fator desencadeia uma seqüência de problemas nas etapas construtivas posteriores.

A preocupação com a escolha e compra de materiais corretos, atenção aos detalhes construtivos, utilização de mão de obra qualificada e controle da qualidade de todas as etapas construtivas realizado por um profissional capacitado, também são fatores que influenciam na eficiência e eficácia da impermeabilização adotada.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15575. **Edificações habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro. 2013.

ABNT NBR 9574. **Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro. 2008.

ABNT NBR 9575. **Impermeabilização – Seleção e Projeto**. Rio de Janeiro. 2010.

ANTONELLI, G. R.; et al. **Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia – GO**. IX Encontro Nacional do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu. 2002.

ANTONIAZZI, J. P. **Patologia das construções: metodologia para diagnóstico e estudo de caso em marquises**. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul. 2008.

BARBOSA, R. M. E. **PATOLOGIA DA IMPERMEABILIZAÇÃO DE EDIFICAÇÕES: ASPECTOS TÉCNICOS E METODOLÓGICOS**. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2018.

CASTRO, M. D.; MARTINS, R. M. **ANÁLISE E SUGESTÕES TERAPÊUTICAS DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE INFILTRAÇÃO DE UM EDIFÍCIO COM MAIS DE 20 ANOS – ESTUDO DE CASO**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. 2014.

CRUZ, Daniel Cupertino da. **ANÁLISE DE SOLICITAÇÕES DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA EM EMPREENDIMENTOS RESIDENCIAIS COMO FERRAMENTA DE GESTÃO**. Dissertação (Mestrado em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil). Universidade Federal de Goiás. Goiás. 2013.

CRUZ, Júlio Henrique Pinto. **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE IMPERMEABILIZAÇÕES COM USO DE SISTEMA NÃO ADERIDO DE MANTAS ASFÁLTICAS: AVALIAÇÃO E ANÁLISE COM AUXÍLIO DE SISTEMA MULTIMÍDIA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 2003.

DARDENGO, Cássia Figueiredo Rossi. **IDENTIFICAÇÃO DE PATOLOGIAS E PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES DA CIDADE DE VIÇOSA – MG**. Dissertação para título de Magister Scientiae. Minas Gerais. 2010.

DEGUSSA. **Manual de Reparo, Proteção e Reforço de Estruturas de Concreto**. Ed. Red. Rehabilitar. São Paulo. 2003.

FONTANINI, P. S. P.; PICCHI, F. A. **Proposta de indicadores de desempenho Lean para cadeia de suprimentos da construção civil**. V SIBRAGEC. Campinas, São Paulo. 2007.

HELENE, Paulo R. L. **Manual de reabilitação de Estruturas de Concreto – Reparo, Reforço e Proteção**. São Paulo: Red Rehabilitar, editores. 2003.

S, C. R. K. **Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre**. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2002.

OLIVEIRA, Daniel Ferreira. **LEVANTAMENTO DE CAUSAS DE PATOLOGIAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Projeto de Graduação. Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2013.

PINTO, J. A. N. **Patologias de impermeabilização**. Santa Maria: Multipress. 1996.

PUJADAS, Flavia Zoéga Andreatta. **INSPEÇÃO PREDIAL – FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DA MANUTENÇÃO**. 2007.

QUERUZ, Francisco. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações em Vila Belga**. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul. 2007.

RIGUI, Geovane Venturini. **ESTUDOS DOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO: PATOLOGIAS, PREVENÇÕES E CORREÇÕES – ANÁLISE DE CASOS**. Dissertação de mestrado em Construção Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul. 2009.

SILVA, Maria Carolina Rodrigues e; et al. **APLICAÇÃO DE MANTAS ASFÁLTICAS NA IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJES DE COBERTURAS**. IV Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura, pg. 190-197. 2003. Disponível em: <[http://www.dec.uem.br/eventos/enteca\\_2003/Temas/tema3/054.PDF](http://www.dec.uem.br/eventos/enteca_2003/Temas/tema3/054.PDF)>. Acesso em: 24/05/2018.

SOUZA, Marcos Ferreira de. **“PATOLOGIAS OCASIONADAS PELA UMIDADE NAS EDIFICAÇÕES”**. Monografia (especialização). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais. 2008.

VERÇOZA, Enio José. **Impermeabilização na construção**. Sagra. Porto Alegre. 1987.