

Estudo sobre as manifestações patológicas prediais relacionadas à ineficiência do sistema de impermeabilização e proposição de soluções construtivas

Gabriela Rosin Modena¹

Robison Negri²

Resumo

A umidade representa um dos problemas mais comuns em edificações e pode ocorrer por conta das deficiências no processo de impermeabilização. Sendo assim, busca-se estudar quais técnicas construtivas, em conjunto com sua correta execução, podem auxiliar na redução da ocorrência de futuras manifestações patológicas relacionadas à presença de umidade e infiltrações em edificações. A partir de uma pesquisa bibliográfica, foram catalogadas algumas manifestações patológicas provenientes da ação da água na edificação. Realizou-se também uma análise crítica dessas manifestações relacionando o mecanismo de ação da água e os procedimentos preventivos recomendados pela bibliografia e, por fim, os conhecimentos foram aplicados num estudo de caso em um conjunto de edificações geminadas a nível de especificações. Com este trabalho concluiu-se que a soma do conhecimento e qualificação dos trabalhadores da construção civil, mais a escolha adequada dos sistemas de impermeabilização e a compreensão das técnicas construtivas é fundamental para se minimizar os problemas patológicos pós-obra.

Palavras-chave: umidade; impermeabilização; técnica construtiva.

1 INTRODUÇÃO

A umidade, conforme Righi (2009) explica, representa um dos problemas mais comuns em edificações, e ocorre por conta das deficiências no processo de impermeabilização. Os dois conceitos andam correlacionados, de modo que, quando se tem a incidência de umidade em uma edificação, suas causas são diretamente associadas às falhas do sistema de impermeabilização.

As falhas no sistema de impermeabilização permitem a penetração da água na edificação, o que ocasiona manifestações patológicas como a umidade e infiltração. Foganholo Junior e De Marco (2021) afirmam a preocupação com este tipo de manifestação, por conta da alta capacidade e rapidez de penetração da umidade em uma edificação, cujos problemas são mais difíceis de corrigir do que prevenir.

Portanto, a ineficiência do sistema de impermeabilização resulta em problemas construtivos e econômicos, que vão se intensificando com o tempo e tornam-se mais complicados e caros de solucionar.

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil no Centro Universitário Católica de Santa Catarina, campus de Joinville; gabrielarmod@gmail.com

² Engenheiro Civil, Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais e Professor orientador; robisonnegri@gmail.com

Sendo assim, busca-se comprovar que técnicas apropriadas em conjunto com sua correta execução, podem evitar a ocorrência de futuras manifestações patológicas relacionadas à presença de umidade e infiltrações em edificações.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os temas abordados neste capítulo têm como objetivo providenciar conhecimento técnico necessário sobre as manifestações patológicas, desde sua origem às manifestações encontradas, como também das opções disponíveis de sistemas de impermeabilização.

2.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

A falta do projeto de impermeabilização, como também a má execução do sistema, pode resultar numa ineficiência da proteção da edificação contra a água, deixando a edificação vulnerável aos danos causados pela água (FERNANDES; ESTANISLAU; MENDES, 2019).

Fernandes, Estanislau e Mendes (2019) ainda afirmam que o excesso de umidade provoca manifestações patológicas como:

- a) Corrosão de armaduras: de acordo com Berti e Silva Júnior (2019), a corrosão é o desenvolvimento da deterioração das armaduras, que resulta numa redução de seção das mesmas. Como resultado do processo corrosivo, tem-se a formação de óxidos no entorno da barra de aço (processo expansivo), induzindo tensões internas no concreto, cujo resultado é apresentado na forma de fissuração do concreto, que ampliam a exposição da armadura frente aos agentes agressores e aceleram o processo corrosivo (BERTI; SILVA JÚNIOR, 2019).
- b) Deterioração de forros de gesso: a ação da água na edificação quando chega nos forros, em especial os feitos de gesso, provoca a dissolução de sais que decompõem o revestimento das placas (RIGHI, 2009). Pode-se perceber a ocorrência da presença dessa manifestação patológica na superfície das placas em forma de bolor, descascamento da pintura do gesso e/ou desagregação do revestimento (RIGHI, 2009).
- c) Eflorescência: quando se tem a penetração de água nos poros capilares do concreto, ela entra em reação com o dióxido de carbono do ar, que juntos dissolvem o hidróxido de cálcio da pasta de cimento e formam o carbonato de cálcio (MACEDO *et al.*, 2017, apud FERNANDES; ESTANISLAU; MENDES, 2019). Sua manifestação é representada por depósitos cristalinos de cor branca que aparecem na superfície dos revestimentos, ocasionando a degradação do elemento e uma estética desagradável (FERNANDES; ESTANISLAU; MENDES, 2019).

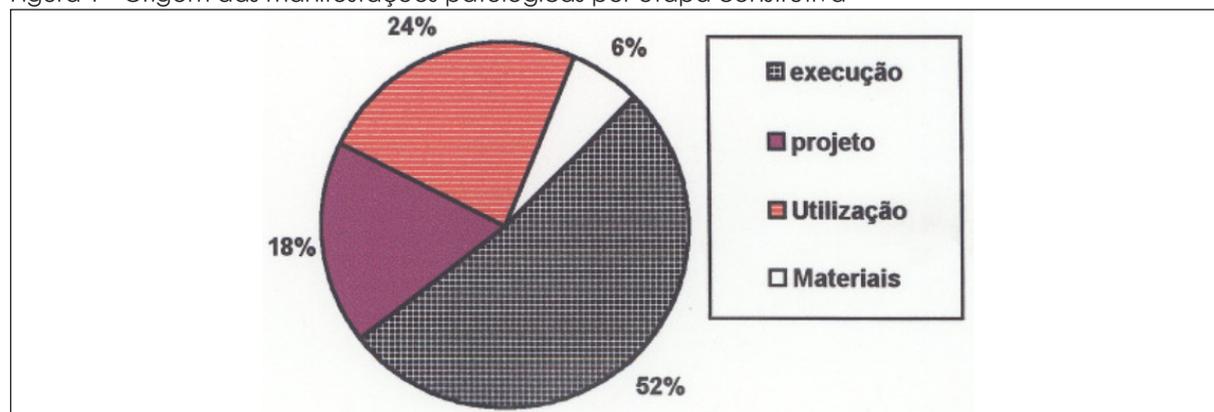
- d) Empolamento em tintas: a demonstração se dá pela ocorrência de bolhas na superfície pintada da parede. Montecielo (2021) indica que essa manifestação patológica acontece quando são pintadas paredes que contém umidade e não foram executados os tratamentos da manifestação patológica ou até mesmo quando os tratamentos foram executados incorretamente; e/ou quando se utiliza massa corrida em paredes que possuem contato com água, tanto de ambientes externos como internos.
- e) Infiltração: a infiltração da água em uma edificação pode ser explicada pela penetração da água da área externa para a interna, através de fissuras, trincas, aberturas ou falhas na ligação entre elementos de vedação, como uma insuficiência de vedação em caixilhos (SIQUEIRA, 2018). Conforme Siqueira (2018), sua origem mais comum é a água da chuva e, quando acompanhada de ventania, tem um agravamento do efeito. A combinação destes dois fatores aumenta a incidência de água nas superfícies externas das edificações, mais notável do que uma chuva sem incidência de vento, pois o vento origina uma variante horizontal à trajetória da chuva. Quando isso ocorre as fachadas ficam mais expostas à incidência de problemas patológicos (RODRIGUES, 2010).
- f) Mofo: é o acúmulo de organismos vivos como fungos, algas e bactérias, que se apresentam em formato de manchas sobre uma superfície e se desenvolvem em ambientes úmidos, mal ventilados e/ou mal iluminados (MONTECIELO, 2021).

2.2 ORIGEM DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

A manifestação de um problema patológico em uma edificação indica, em concordância com Souza e Ripper (1998), a apresentação de falhas no andamento de suas etapas construtivas como também no seu procedimento de controle de qualidade.

Carmona Filho e Marega (1988) apresentaram uma estimativa referente às fases de origem das manifestações patológicas no Brasil conforme a Figura 1:

Figura 1 - Origem das manifestações patológicas por etapa construtiva



Fonte: Carmona Filho e Marega (1988).

De acordo com os dados apresentados se entende que a origem das manifestações patológicas provém de diversas etapas construtivas, destacando-se as decorrentes de má execução e que o conhecimento sobre cada etapa é indispensável para que se possa diagnosticar e reparar de forma correta a manifestação patológica encontrada.

2.3 MECANISMOS DE MOVIMENTAÇÃO DA ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

A maioria das manifestações patológicas na construção civil é proveniente da atuação da umidade na edificação (VERÇOSA, 1991). A seguir serão explicados os conceitos dos fenômenos de infiltração da água:

- a) Capilaridade: entende-se capilaridade como a ocorrência de uma atração e repulsão, que pode ser visualizada no contato de um fluido com uma superfície sólida, de modo que o líquido suba ou desça, molhando ou não a superfície. Quando um fluido sobe pelo tubo capilar de um material, tem-se o que se chama de ascensão capilar, que decorre da tensão superficial (PARANHOS; VECHIA; BELTRAME, 2021).
- b) Percolação: Verçosa (1991) explica o fenômeno da percolação como sendo a propagação da água, de grão em grão, por um meio também poroso, impulsionado pela ação da gravidade.
- c) Condensação: para compreender a condensação, é necessário entender o conceito de umidade absoluta, que é a quantidade de vapor de água contida no ar; e da umidade relativa, que é a divisão da umidade absoluta pelo limite de saturação (quantidade máxima que pode estar a essa temperatura) (MENDONÇA, 2005). Portanto, quando se tem uma umidade relativa em sua capacidade máxima (limite de saturação), o vapor da água além deste limite irá condensar, ou seja, a condensação é a passagem do vapor da água presente no ar para o estado líquido, quando se está no limite da umidade relativa (MENDONÇA, 2005).

2.4 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Segundo a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010), a impermeabilização é uma combinação de ações e serviços técnicos com o objetivo de preservar construções das atuações nocivas causadas por fluidos, vapores e umidade.

Como os materiais estão suscetíveis a ações de expansão e contração, devido ao comportamento de variações térmicas, os sistemas de impermeabilização têm divisão entre: rígidos e flexíveis (FOGANHOLO JUNIOR; DE MARCO, 2021), que serão explicados a seguir:

- a) Impermeabilização rígida: de acordo com a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010), é formada por materiais que não possuem propriedades flexíveis. Portanto não podem ser aplicados nas regiões onde os elementos construtivos sofrem movimentações, como por exemplo, áreas descobertas, que sofrem variações de temperatura por conta da exposição solar (MORAES, 2002). Alguns tipos de impermeabilização rígida são: argamassa impermeável com aditivo hidrófugo, argamassa polimérica e membrana epoxídica.
- b) Impermeabilização flexível: a NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010) determina que a impermeabilização flexível é composta de materiais com propriedades suscetíveis à flexibilidade e para que a camada impermeável seja considerada flexível a mesma deve ser submetida à ensaios específicos. Sendo assim, podem ser executados em áreas com incidência solar, pois suportam a movimentação da estrutura. Existem diversos tipos de impermeabilização flexível, como: manta asfáltica, manta de policloreto de vinila (PVC), membrana acrílica, asfáltica e de polímero com cimento.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Os procedimentos seguidos para a conquista dos objetivos do trabalho, foram subdivididos em três etapas metodológicas distintas.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos, dissertações e revistas de diversos autores, como também em normativas pertinentes ao conteúdo. A pesquisa teve como foco levantar as principais manifestações patológicas conhecidas, provenientes de falhas ou da inexistência do sistema impermeabilizante. E assim, montar uma ficha catalográfica informativa, conforme Quadro 1.

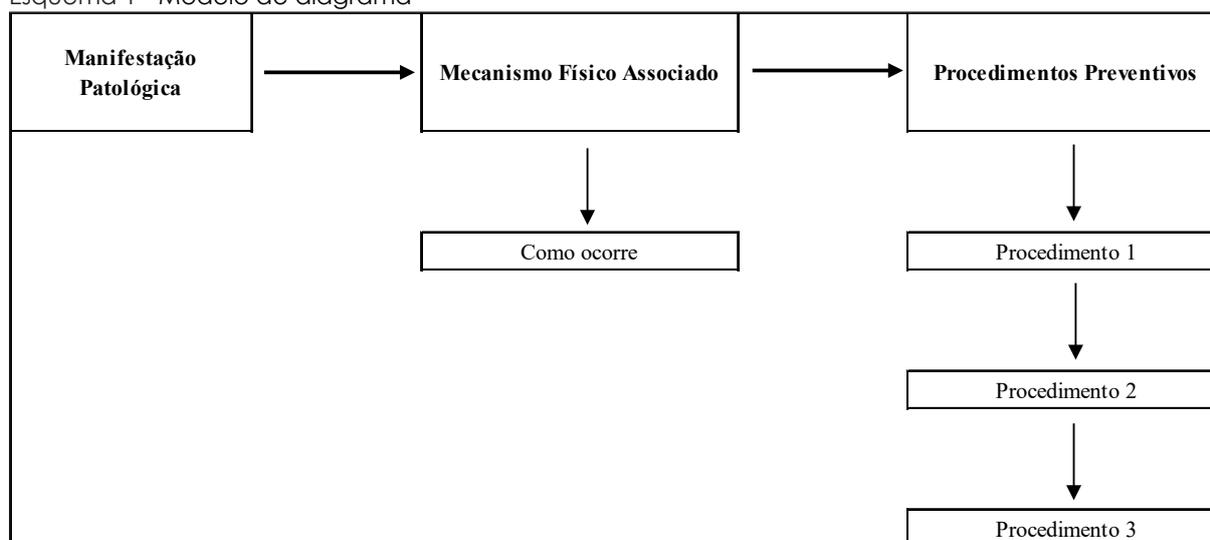
Quadro 1 - Modelo de ficha catalográfica

Manifestação Patológica:	Texto
Visualização	Demonstração
Imagem	Texto
	Origem
	Texto

Fonte: os autores (2021).

Na segunda etapa, foi efetuada uma análise crítica que apresenta o mecanismo físico de origem da manifestação, e complementa os dados mostrando os procedimentos preventivos para cada manifestação patológica demonstrada. Foram listadas todas as manifestações patológicas mostradas nas fichas catalográficas, e em seguida foram feitas as análises de quais mecanismos físicos da água estão associados a cada manifestação. Por fim, são apresentados procedimentos preventivos específicos para cada item comentado. Os dados serão apresentados em formato de diagramas, conforme o Esquema 1.

Esquema 1 - Modelo de diagrama



Fonte: os autores (2021).

Na última etapa foi desenvolvido um estudo de caso. A partir de um projeto arquitetônico de uma residência, foram identificadas as áreas que precisam de impermeabilização, então foram propostas soluções técnicas construtivas para cada elemento com o intuito de evitar o surgimento das manifestações patológicas. Foram escolhidas 5 áreas da edificação sendo estas: vigas baldrame, laje de cobertura (caixa d'água e marquise), sacada, box (paredes e piso) e peitoril de janelas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo tem como finalidade apresentar os resultados dos objetivos propostos pela autora para este trabalho.

4.1 INVENTÁRIO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Abaixo estão demonstradas as fichas catalográficas das manifestações patológicas, sendo: corrosão de armaduras no Quadro 2, deterioração de forros de gesso no Quadro 3, eflorescência no quadro 4, empolamento de tintas no Quadro 5, infiltração no Quadro 6 e mofo no Quadro 7.

Quadro 2 - Ficha catalográfica: Corrosão de armaduras

Manifestação Patológica:	Corrosão de Armaduras
Visualização	Demonstração
	Se manifesta na forma de expansão da armadura, fissuração do concreto e por fim, o lascamento do revestimento (GARCIA, 1999).
	Origem
	Contato de materiais metálicos com uma solução aquosa, ocorrendo geralmente em pilares, vigas e lajes (SOUZA; MURTA, 2012).

Fonte: os autores (2021).

Fonte: os autores (2021).

Quadro 3 - Ficha catalográfica: Deterioração de forro de gesso

Manifestação Patológica:	Deterioração de Forro de Gesso
Visualização	Demonstração
	Bolor, descascamento da pintura do gesso e/ou desagregação do revestimento na superfície das placas (RIGHI, 2009).
	Origem
	Contato da água com as placas do forro de gesso (RIGHI, 2009).

Fonte: PG Gesso (2017).

Fonte: os autores (2021).

Quadro 4 - Ficha catalográfica: Eflorescência

Manifestação Patológica:	Eflorescência
Visualização	Demonstração
	Depósitos cristalinos de cor branca que aparecem na superfície dos revestimentos (FERNANDES; ESTANISLAU; MENDES, 2019).
	Origem
	Penetração de água nos poros do concreto; contato da água com materiais que possuem hidróxido de sódio (FERNANDES; ESTANISLAU; MENDES, 2019).

Fonte: Magalhães *et al.* (2019).

Fonte: os autores (2021).

Quadro 5 - Ficha catalográfica: Empolamento de tintas

Manifestação Patológica:	Empolamento de Tintas
Visualização	Demonstração
 <p>Fonte: Montecielo (2021).</p>	<p>Ocorrência de bolhas na superfície pintada da parede.</p> <p>Origem</p> <p>Quando se utiliza massa corrida em paredes que tem contato com água (MONTECIELO, 2021).</p>
	Fonte: os autores (2021).

Quadro 6 - Ficha catalográfica: Infiltração

Manifestação Patológica:	Infiltração
Visualização	Demonstração
 <p>Fonte: Fórum da casa (2020).</p>	<p>Danos na pintura; rachaduras; manchas escuras em paredes, tetos, próximas às janelas; goteiras; mofo; deslocamento de pisos; deterioração de revestimentos; odores desagradáveis; umidade na região; poças de água sob pias; entre outros (FARIAS; EVANGELISTA, 2017).</p> <p>Origem</p> <p>Água da chuva e, quando acompanhada de ventania, tem um agravamento do efeito; penetra através de fissuras, trincas, aberturas ou falhas na ligação entre elementos de vedação (SIQUEIRA, 2018).</p>
	Fonte: os autores (2021).

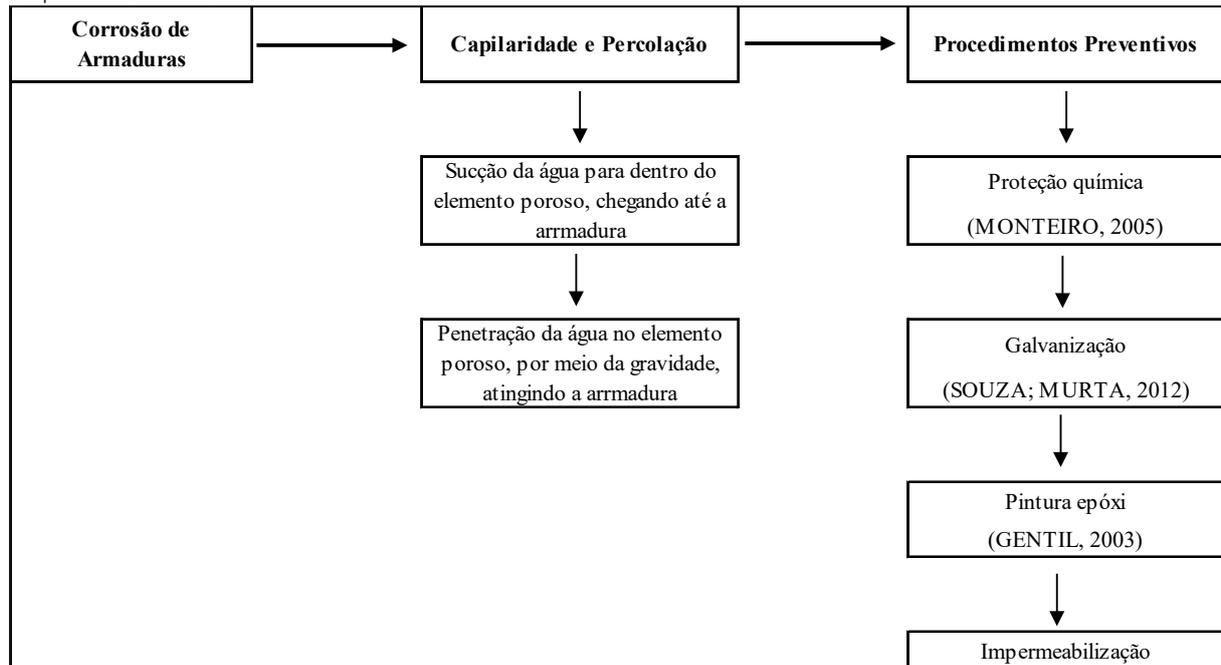
Quadro 7 - Ficha catalográfica: Mofo

Manifestação Patológica:	Mofo
Visualização	Demonstração
 <p>Fonte: Magalhães <i>et al.</i> (2019).</p>	<p>Manchas sobre uma superfície (MONTECIELO, 2021), podendo ter ocorrência de odores desagradáveis e apodrecimento da superfície (FERNANDES; ESTANISLAU; MENDES, 2019).</p> <p>Tonalidades comuns das manchas: preto, marrom, verde (QUERUZ, 2007).</p> <p>Origem</p> <p>Áreas com grande incidência de umidade, falta de ventilação e luminosidade (FERNANDES; ESTANISLAU; MENDES, 2019).</p>
	Fonte: os autores (2021).

4.2 ANÁLISE CRÍTICA DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

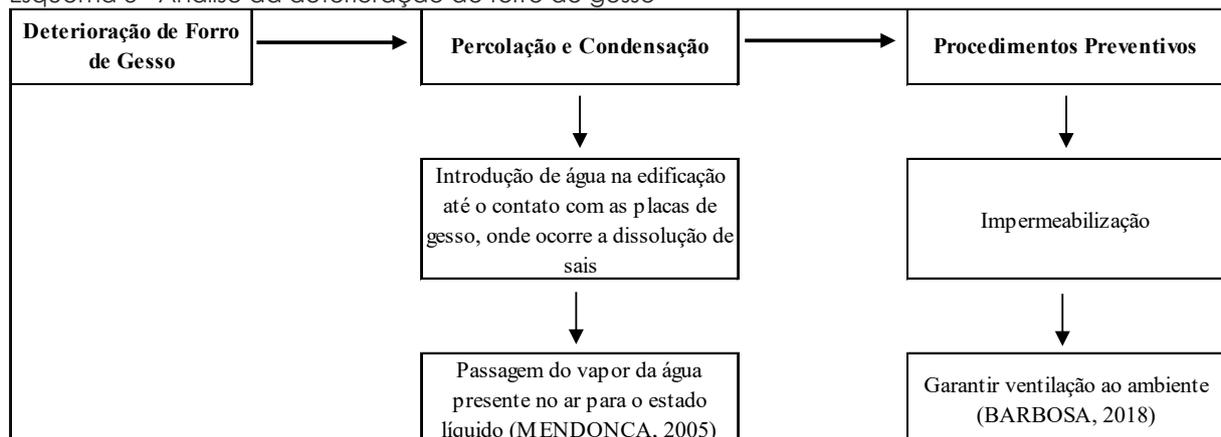
Abaixo são apresentados os diagramas, nos Esquemas 2 a 7, que representam a análise crítica das manifestações patológicas. Cada análise tem por objetivo definir o mecanismo de movimento da água responsável pela manifestação patológica para que seja possível identificar qual o melhor procedimento preventivo para evitar tais ocorrências.

Esquema 2 - Análise da corrosão de armaduras



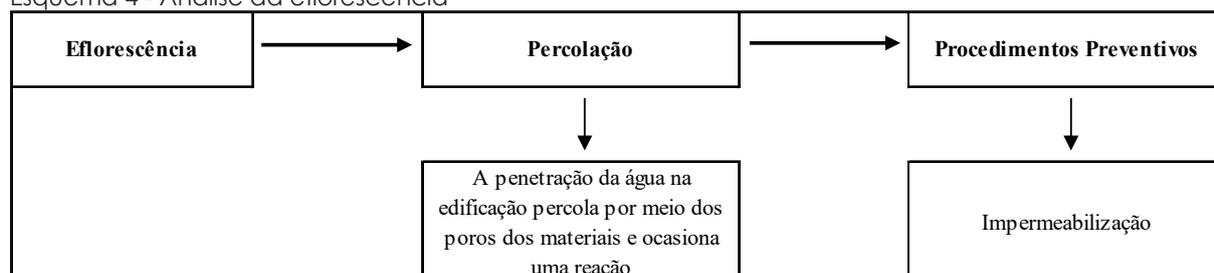
Fonte: os autores (2021).

Esquema 3 - Análise da deterioração de forro de gesso



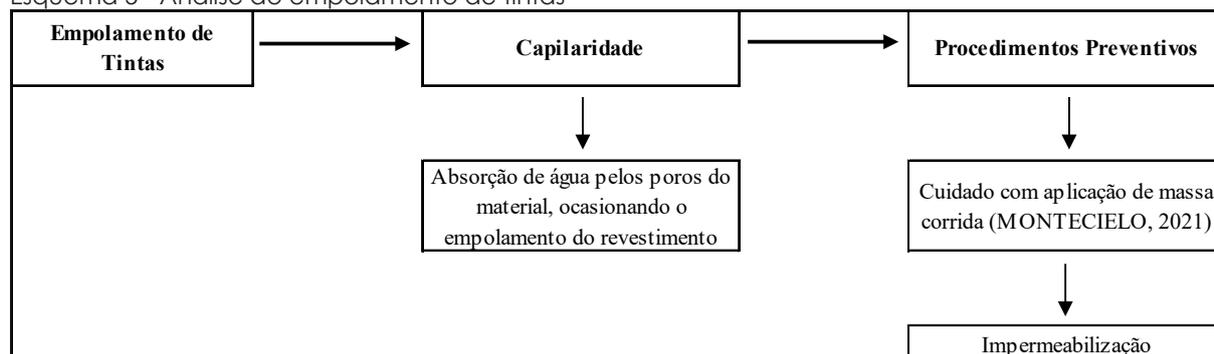
Fonte: os autores (2021).

Esquema 4 - Análise da eflorescência



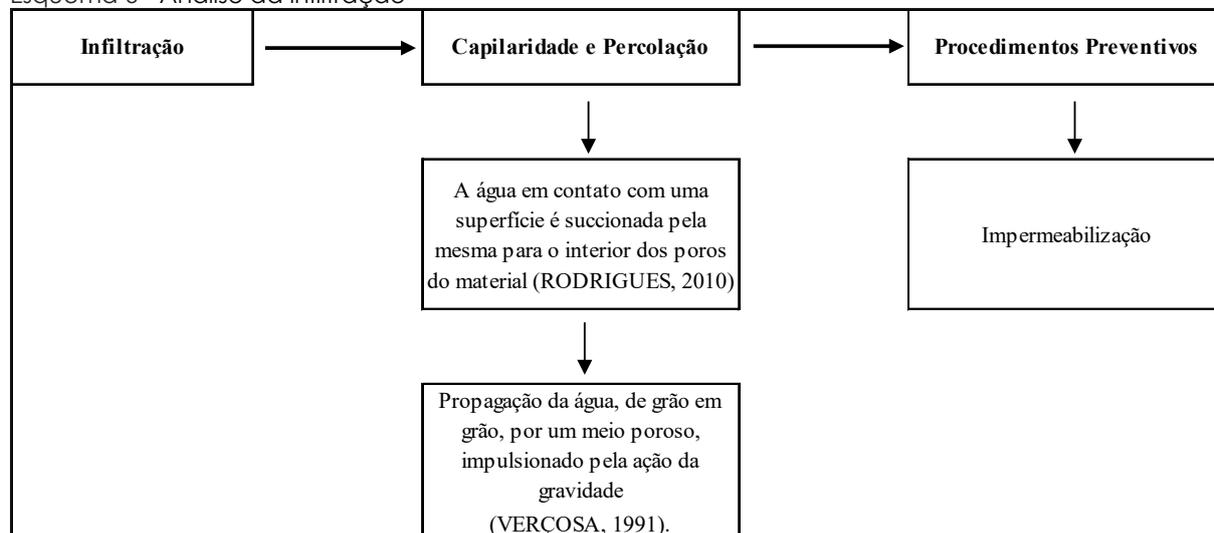
Fonte: os autores (2021).

Esquema 5 - Análise do empolamento de tintas



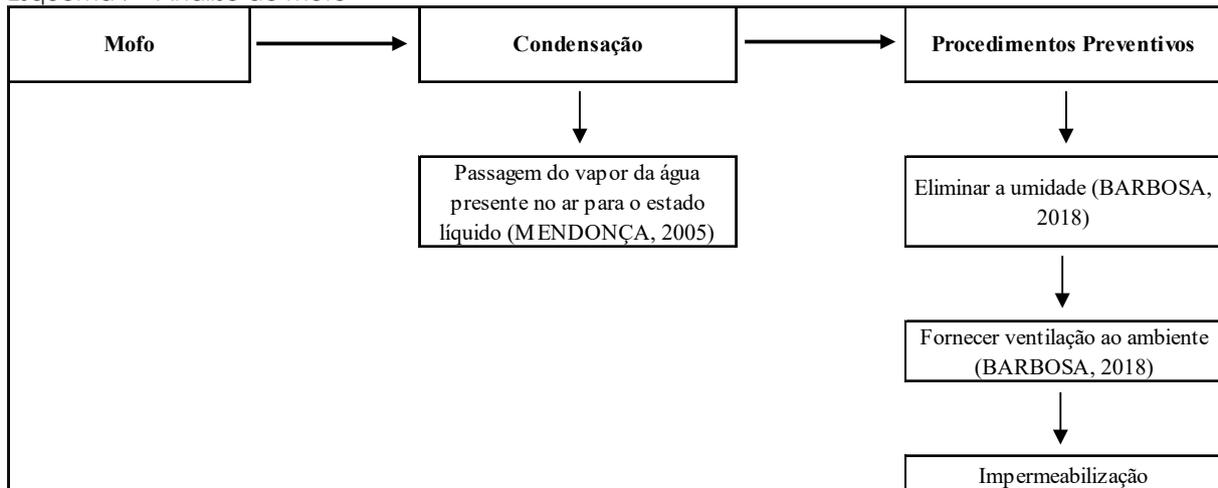
Fonte: os autores (2021).

Esquema 6 - Análise da infiltração



Fonte: os autores (2021).

Esquema 7 - Análise do mofo



Fonte: os autores (2021).

4.3 ESTUDO DE CASO

A partir de todos os conhecimentos obtidos até esta etapa, foi desenvolvido um estudo de caso. O seguinte estudo de caso irá identificar as técnicas construtivas corretas para as regiões que necessitam de impermeabilização na edificação.

4.3.1 Vigas baldrame

Para as vigas baldrame pode-se utilizar tanto um sistema impermeabilizante rígido, quanto um flexível. Nesses elementos, embora não se tenha a incidência de sol, a penetração de água ocorre por meio dos mecanismos de percolação e condensação devido à sua proximidade com o solo e a falta de ventilação. Por conta destes fatores se recomenda a utilização da membrana asfáltica para a impermeabilização.

Para aplicar a membrana asfáltica sem adição de polímero em sua mistura, a aplicação inicia com a execução de uma camada homogênea do produto de imprimação como rolo de lã de carneiro, trincha ou brocha.

Após a secagem, aplicar homogeneamente o asfalto aquecido entre 190 °C e 220 °C usando meada de fios de juta. Colocar o estruturante com sobreposição mínima de 10 cm e por cima aplicar demãos de asfalto aquecido até a saturação do estruturante (NBR 9574; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008).

4.3.2 Laje de cobertura

A laje de cobertura compreende duas regiões: a laje acima do reservatório e a laje marquise da sacada.

As duas regiões estão em locais que sofrem incidência direta do sol, o que causa uma dilatação constante durante o dia nos materiais, além de estarem expostas à penetração da água por meio de infiltrações, que podem ocorrer pelos mecanismos de capilaridade e percolação. Ainda, essas duas lajes são locais que recebem forte incidência de água das chuvas, se tornando então, um dos principais pontos de entrada da água em uma edificação.

Por conta disso, recomenda-se a impermeabilização por um sistema flexível, como a manta asfáltica. Pode-se justificar essa escolha também, por conta dos seguintes fatores:

- a) A manta asfáltica, após aplicada, não se conecta a superfície, portanto não recebe os esforços de movimentação da estrutura, o que resulta num bom desempenho;
- b) Possui alta resistência mecânica e boa durabilidade;
- c) Fácil fiscalização e aplicação;
- d) Tempo de aplicação rápido.

Portanto, será descrito o processo técnico executivo deste tipo de impermeabilizante, dividido em quatro etapas.

- a) Acima da laje finalizada, e antes da impermeabilização, deve-se executar uma camada de regularização. Essa camada é composta por uma argamassa de cimento e areia, devendo ser aplicada com uma inclinação direcionada para as calhas e com as bordas arredondadas nos encontros entre planos horizontais e verticais para facilitar a execução da impermeabilização. A NBR 9574 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008) indica que a inclinação do substrato das áreas horizontais para as calhas deve ser de, no mínimo, 0,5%.
- b) A aplicação da manta asfáltica, conforme a NBR 9574 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008), pode ser: com chama de maçarico a GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), com asfalto a quente, com adesivos e autoadesivos. Neste caso, será adotado o tipo mais comumente empregado no mercado, com chama de maçarico a GLP. O primeiro passo é executar a camada de imprimação, que é a camada de primer, conhecida como pintura asfáltica, e faz a ligação entre o substrato e a manta. Deve ser aplicado com rolo de lã sobre a superfície regularizada e seca (SCHREIBER, 2012). A partir disso, são desenroladas as mantas na superfície, devendo direcionar a chama para o substrato imprimado e a face de aderência da manta, pressionando a manta do centro às bordas. A sobreposição de mantas deve ter 10 cm ou mais, com selamento de emendas em roletes, espátulas ou colher de pedreiro (NBR 9574; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008). O sentido da colagem da manta deve ser contrário ao caimento. E após a finalização da aplicação deve-se esquentar a colher de pedreiro para usá-la

- no alisamento das emendas da manta, pressionando a região, para garantir o selamento (SCHREIBER, 2012).
- c) Detalhe rodapé: a norma indica que no encontro entre um plano vertical e outro horizontal deve-se ter um detalhe específico da impermeabilização. Esse detalhe se faz importante pois o fluxo da água, inicialmente horizontal, pode tornar-se vertical e penetrar na edificação, caso não exista a impermeabilização (SIQUEIRA, 2018). Este fenômeno pode ser entendido como capilaridade. É importante lembrar que o rodapé da manta deve ser inserido na parede, portanto, não deve ser aplicado reboco nessa região antes da impermeabilização. A NBR 9575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010) indica que nos planos verticais (no encontro entre o plano horizontal e o vertical) é necessário embutir a impermeabilização numa altura mínima de “20 cm acima do nível do piso acabado ou 10 cm do nível máximo que a água pode atingir” (NBR 9575; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2010).
- d) A proteção mecânica é uma camada aplicada acima da impermeabilização que tem o intuito de absorver e dissipar os esforços estáticos ou dinâmicos que atuam sobre a impermeabilização, e conseqüentemente, proteger a camada inferior. Ela deve ser adicionada nas lajes de cobertura para proteger e garantir maior durabilidade para a impermeabilização. Righi (2009) afirma que entre a impermeabilização e a proteção deve ser adicionada uma camada fina separadora, podendo ser de papel kraft ou filme de polietileno, para impedir que a proteção mecânica se conecte na impermeabilização. Isso ocorre para impedir que a proteção mecânica danifique a camada impermeabilizada, pois, como a proteção está em um local com incidência de sol, ela sofrerá dilatações térmicas. Essa camada é uma argamassa de cimento e areia e deve ter, no mínimo, 3,0 cm de espessura.

4.3.3 Sacada

A sacada é outro ambiente que precisa de impermeabilização, devendo ser executada antes do revestimento de piso. É um ambiente externo com incidência de sol e enfrenta intempéries climáticas, podendo ter acúmulos de água conforme a ocorrência de chuvas, portanto a penetração da água na estrutura pode ser por meio da capilaridade como também da percolação. Sendo assim, necessita de um sistema impermeabilizante flexível, como a manta asfáltica.

A aplicação será com chama de maçarico a GLP e deve seguir os mesmos passos da laje de cobertura.

O processo de aplicação da manta asfáltica é o mesmo que o realizado para as lajes. Inicialmente se executa a camada de imprimação, aplicando-a com rolo de lã sobre a superfície regularizada e seca (SCHREIBER, 2012).

Deve-se direcionar a chama para o substrato imprimado e a face de aderência da manta, pressionando a manta do centro às bordas, mantendo sobreposição de mantas com 10 cm ou mais e colando-a e sentido contrário ao caimento (NBR 9574; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008).

Com a aplicação finalizada em toda a superfície, deve-se esquentar a colher de pedreiro para usá-la no alisamento das emendas da manta, pressionando a região, para garantir o selamento (SCHREIBER, 2012).

No piso da sacada, acima da impermeabilização será colocado revestimento cerâmico, portanto não é necessário fazer a camada de proteção mecânica, pois o revestimento aplicado cumprirá este papel. Deve-se tomar um cuidado especial com duas regiões da sacada:

- a) Detalhe porta da sacada: sendo essa uma área limite entre parte externa impermeabilizada e parte interna, a NBR 9574 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008) indica que deve haver uma diferença de cota de, no mínimo, 6 cm. Além disso, a norma explica que deve ser executada uma barreira física no limite da parte interna para que se tenha a ancoragem ideal da impermeabilização, com uma declividade em direção à área externa. A impermeabilização deve entrar na região interna com, no mínimo 50 cm de comprimento e 3 cm de altura, com o intuito de evitar o escoamento da água para a parte interior.
- b) Detalhe pingadeira: o escoamento da água na sacada é feito pela abertura baixo do guarda-corpo. Portanto, neste local, coloca-se uma pingadeira, e Siqueira (2018) aponta que elas possuem o intuito de impedir que a água escorra sobre a superfície vertical da edificação, pois isso poderia ocasionar a penetração da água. A manta de impermeabilização e a proteção mecânica devem percorrer o elemento estrutural (viga) e ficar abaixo da pingadeira. Lembrando que, acima da pingadeira será instalado o guarda-corpo. Soares (2014) afirma que, para as pingadeiras executarem seu papel corretamente, elas precisam ter inclinação entre 2 a 5%; e ter friso (corte) na pingadeira, pois ele é responsável por fazer a água pingar, ao invés de escoar pela parede.

4.3.4 Box

A área do box compreende a impermeabilização do piso e das paredes da área molhada. Esse é um ambiente interno e que tem contato direto com água, portanto a impermeabilização deve ser feita antes da colocação do revestimento cerâmico.

O local sofre diretamente com o mecanismo de condensação que acumula água na superfície das paredes e piso. Além disso, pode receber a penetração de água de outros ambientes por meio da capilaridade e da percolação.

Como, geralmente, é uma área pequena, é comum utilizar um impermeabilizante que seja de fácil e rápida aplicação. Sendo assim, para esta região se recomenda um impermeabilizante rígido, como a argamassa polimérica, que pode ser aplicada diretamente sobre a argamassa da camada de regularização do caimento do ralo.

Deve-se tomar um cuidado especial com o ralo do box, pois essa região trabalha como um furo no sistema, portanto, Denver (2015) indica que a impermeabilização do piso do box deve iniciar pela impermeabilização do ralo.

A argamassa polimérica é dividida em parte uma mistura de cimento com agregados minerais e outra sendo um componente polimérico. Sendo assim, deve-se misturar os dois componentes, cuidando com o tempo de utilização. A aplicação deve ocorrer com as demãos em sentido cruzado, em intervalos de 2 a 6 horas, conforme a temperatura ambiente. Aplicar somente quando a camada anterior estiver molhada. Ao utilizar a armadura tipo tela, posicioná-la sobre a primeira camada e garantir que ela seja totalmente coberta pelas próximas aplicações. Manter a argamassa hidratada por 3 dias (NBR 9574; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008).

4.3.5 Peitoril de janelas

A vedação das janelas é uma das soluções mais importantes quando se trata de impedir a penetração da água em uma edificação. Portanto, o peitoril das janelas deve receber uma impermeabilização adequada.

Essa região recebe incidência direta da água da chuva pelo lado externo, o que pode ocasionar infiltrações de água na edificação, caso a impermeabilização não seja eficaz.

Portanto, para impermeabilizar o peitoril das janelas é indicado utilizar um sistema flexível, como a membrana de polímero com cimento.

Para aplicar a membrana é necessário misturar os componentes de pó e resina e respeitar o período de uso do fabricante. Aplicar duas demãos sobre o substrato, em sentido cruzado, da argamassa polimérica, com 2 a 6 horas de período entre demãos. Aplicar a nova demão sobre a camada úmida. Por cima, aplicar uma camada de membrana de polímero com cimento, posicionar o estruturante e aplicar as camadas finais (NBR 9574; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escassez de conhecimento sobre as técnicas de impermeabilização, bem como da sua importância e correta aplicação ainda é um problema que atinge este setor.

É imprescindível que os profissionais responsáveis tenham conhecimento sobre as propriedades dos materiais impermeabilizantes existentes no mercado, para que possam realizar a sua correta especificação, considerando o local de aplicação, o que aumenta a probabilidade de minimizar as manifestações patológicas.

Devem ser conhecidas e aplicadas as técnicas construtivas citadas na NBR 9574 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008), por uma equipe devidamente preparada, havendo também uma fiscalização rigorosa da sua execução.

Em relação ao inventário das manifestações patológicas, obteve-se sucesso no cumprimento deste objetivo, pois, foi possível reunir de maneira clara e objetiva todas as informações necessárias a partir da pesquisa de dados realizada.

A análise crítica das manifestações patológicas também foi alcançada com sucesso, pois, as informações relevantes foram obtidas por meio das pesquisas bibliográficas, e foram de grande importância para fundamentar a próxima etapa.

O estudo de caso foi executado com êxito em relação ao que foi proposto. Os dois resultados anteriores serviram como base para a escolha do tipo de sistema de impermeabilização mais adequado para cada área da edificação, como também foi possível descrever a técnica executiva de cada sistema impermeabilizante.

Portanto, com este trabalho concluiu-se que a soma do conhecimento e qualificação dos trabalhadores da construção civil, mais a escolha adequada dos sistemas de impermeabilização e a compreensão de técnicas construtivas apropriadas resulta na garantia da execução de um sistema impermeabilizante de qualidade e uma proteção eficaz da edificação.

Para trabalhos futuros, deixa-se como sugestão acrescentar comentários sobre a vida útil dos materiais impermeabilizantes e explanar sobre a importância da manutenção preventiva para garantir a eficiência do sistema impermeabilizante. Além disso, podem ser especificados materiais impermeabilizantes existentes no mercado em conjunto com uma orçamentação, com o intuito de complementar as indicações das aplicações dos sistemas de impermeabilização.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574 - Execução de impermeabilização**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2008. 18 p. ISBN 9788507011699.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575 - Impermeabilização - Seleção e projeto**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. 18 p. ISBN 9788507022718.

BARBOSA, Rafael Madeira Estevam. **Patologia da impermeabilização de edificações: aspectos técnicos e metodológicos**. 2018. 122 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

BERTI, João Vitor Meneguetti; SILVA JÚNIOR, Gean Pereira da. Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 12, n. 26, p. 33-47, 2019.

CARMONA FILHO, Antonio; MAREGA, Arthur. Retrospectiva de la patologia em el Brasil: estudio estadístico. In: **Jornadas em Español y Português sobre Estructuras y Materiales**, CEDEX, IETcc, p. 325-348, 1988.

DENVER. **Manual técnico**. 11. ed. 2015. Disponível em: <http://www.denverimper.com.br/files/downloads/00000010000500/90/dfe9aa7e673a8ac5013ed094891188a4.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2021.

FARIAS, Raissa Miranda; EVANGELISTA, Wemerton Luis. Transtornos e desconfortos ocasionados pela infiltração e umidade no centro de Pedro Leopoldo/MG. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 9, n. 3, p. 165-172, dez. 2017.

FERNANDES, Magaly Alves; ESTANISLAU, Nájlá Bitencourt Gonzaga Louzada e; MENDES, Tâmara Mariane Teixeira. **Técnicas de impermeabilização para assegurar a durabilidade das edificações**. 2019. 71 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, 2019.

FOGANHOLO JUNIOR, João Mario; DE MARCO, Gerson. **Impermeabilização: caracterização, execução e desempenho**. 2021. 18 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade de Araraquara, 2021.

FÓRUM DA CASA. **Infiltração em peitoril de janela**. 2020. Disponível em: <https://forumdacasa.com/discussion/68969/infiltracao-em-peitoril-de-janela/>. Acesso em: 11 out. 2021.

GARCIA, Cilene de Cassia. **Incidências patológicas no subsistema estrutura de edifícios habitacionais na região de São Carlos/SP**. 1999. 295 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

GENTIL, Vicente. **Corrosão**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003.

MAGALHÃES, Rayra Assunção Barbosa; ASSUNÇÃO, Ronaldo Furtado de; SILVA, Luzilene Souza; FERREIRA, Márcio Santos; ASSUNÇÃO Welton Raiol de. Estudo de caso de patologias causadas pela umidade face a inexistência de implantação do sistema de impermeabilização nas garagens do 1º e 2º subsolo de um edifício residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos em Belém/PA. **RCT – Revista de Ciência e Tecnologia**, Belém, v. 5, n. 9, 2019.

MENDONÇA, Luís Viegas. Condensações em edifícios. **Arquitetura & Vida**, n. 63, p. 71-74, set. 2005. Disponível em: <file:///F:/TCC/REFERENCIAS/ART-Condensa%C3%A7%C3%A3o%20em%20Edif%C3%ADcios.pdf>. Acesso em: 15 set. 2021.

MONTECIELO, Janaina. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. In: XXI SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. Universidade de Cruz Alta, 2021.

MONTEIRO, Eliana Barreto. **Reabilitação de Estruturas de Concreto**. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2005.

MORAES, Claudio Roberto Klein de. **Impermeabilização em lajes de cobertura: levantamento dos principais fatores envolvidos na ocorrência de problemas na cidade de Porto Alegre**. 2002. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

PARANHOS, Aline; VECHIA, Daniel; BELTRAME, Milton. **Capilaridade: um fenômeno de superfície com aplicações cotidianas**. 2021. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2008/anais/arquivos/INIC/INIC1653_01_O.pdf. Acesso em: 04 set. 2021.

PG GESSO. **Infiltração no gesso**. 2017. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=ajE5M4wSpi0&ab_channel=PGGESSO. Acesso em: 11 out. 2021.

QUERUZ, Francisco. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da vila belga**. 2007. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RIGHI, Geovane Venturini. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções**. 2009. 95 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

RODRIGUES, Alex Hespanhol. **Estanqueidade de alvenaria revestida com diferentes argamassas e acabamentos: aplicação da NBR 15575-4/2008**. 2010. 73 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SCHREIBER, Patrícia Antônia de Abreu. **Impermeabilização de lajes de cobertura: caracterização, execução e patologias**. 2012. 67 p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

SIQUEIRA, Vivian de. **Impermeabilização em obras de construção civil: estudos de casos, patologias e correções**. 2018. 91 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2018.

SOARES, Felipe Flores. **A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil**. 2014. 127 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SOUZA, Marilsa Inês; MURTA, Mirna Moreira. **Patologias, recuperação e reforço estrutural em concreto armado**. 2012. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Instituto Doctum de Educação e Tecnologia, Caratinga, 2012.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

VERÇOSA, Ênio José. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre: Sagra, 1991.