



ANDRÉ LUIZ GUARDA

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PARQUE
TECNOLÓGICO DA UFLA**

LAVRAS – MG

2022

ANDRÉ LUIZ GUARDA

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PARQUE TECNOLÓGICO
DA UFLA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Wisner Coimbra de Paula

Orientador

LAVRAS – MG

2022

ANDRÉ LUIZ GUARDA

**ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PARQUE TECNOLÓGICO
DA UFLA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Civil, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 28/11/2022

Prof. Dr. Wisner Coimbra de Paula UFLA

Prof. Dr. Priscilla Abreu Pereira Ribeiro UFLA

Prof. Dr. Keoma Defaveri Do Carmo E Silva UFLA

Prof. Dr. Wisner Coimbra de Paula
Orientador

LAVRAS – MG

2022

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus por me dar força todos os dias para realizar meus estudos.

Aos meus pais, meu irmão e minha namorada que sempre me apoiaram ao longo da minha trajetória na faculdade.

O professor orientador Dr Wisner Coimbra de Paula por todo o apoio e incentivo durante o projeto.

Aos meus amigos que sempre estiveram presentes durante a faculdade me ajudando quando necessário.

RESUMO

Um dos problemas mais comuns encontrados em edificações são as patologias relacionadas à infiltração de água devido à falta ou má impermeabilização da estrutura. Apesar disso, a impermeabilização ainda vem sendo muito negligenciada no meio da construção civil. O custo estimado para realizar o processo de impermeabilização correto durante a construção varia entre 1% e 3% do valor total da obra, porém, quando não executado, acarreta em um custo mais elevado para a reparação dos danos causados às estruturas. Existem diversas patologias que podem se originar devido ao processo de impermeabilização ter sido realizado incorretamente, como o surgimento de manchas, eflorescências, corrosão das armaduras e a ação de agentes biológicos. O objetivo desse trabalho é identificar as patologias relacionadas à impermeabilização presentes na edificação do Parque Científico e Tecnológico de Lavras e apresentar possíveis soluções. Para isso, foram realizadas visitas na edificação com a finalidade de se fazer um levantamento fotográfico das patologias relacionadas à impermeabilização presentes na mesma. Posteriormente, foram analisados os projetos para identificar os locais das patologias, assim como se havia detalhamento do processo de impermeabilização das áreas. Com os dados em mãos, realizou-se uma revisão bibliográfica afim de determinar as possíveis origens e soluções para as patologias. Na edificação em questão foram identificadas manchas de bolor no anfiteatro localizado no subsolo, provenientes de erros na impermeabilização do muro de arrimo do mesmo, danos ao forro de gesso devidos a vazamentos nos ralos, eflorescências originadas devidas à percolação de água na laje e por falta de pingadeira na passarela, dentre outras patologias. Por fim, fica claro a importância da realização de um processo de impermeabilização bem feito para evitar danos às estruturas e gastos futuros com reparos.

Palavras-chave: Patologia. Impermeabilização. Eflorescência. Estudo de caso. Engenharia Civil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Regularização de lajes.	11
Figura 2 - Detalhes de impermeabilização em juntas de dilatação.	13
Figura 3 - Rebaixo para execução da impermeabilização.	14
Figura 4 - Biselamento dos ralos com manta asfáltica.	14
Figura 5 - Alteração do fluxo de água na pingadeira pela presença do sulco.	15
Figura 6 - Disposição das mantas asfálticas para impermeabilização de lajes.....	16
Figura 7 - Projeto de drenagem do muro de arrimo (detalhe típico).	17
Figura 8 - Formas de ação da água na edificação.	19
Figura 9 - Planta com as divisões de locais do centro tecnológico da UFLA.	24
Figura 10 - Localização no projeto da eflorescência identificada no prédio norte, Bloco 3, laje L104, nível 924.	25
Figura 11 - Localização da eflorescência identificada no prédio norte, Bloco 3, laje L104, nível 924.	25
Figura 12 - Eflorescência no prédio norte, Bloco 3, vista pela lateral do prédio, laje L104, nível 924.	26
Figura 13 - Eflorescência no prédio norte, Bloco 3, vista do interior do prédio, laje L104, nível 924.	26
Figura 14 - Localização da eflorescência no prédio norte bloco 3, laje L507 nível 938,80....	27
Figura 15 - Eflorescência na caixa de escada do prédio norte, Bloco 3, laje de nível 938,80.	27
Figura 16 - Localização das juntas de dilatação da laje 1, nível 924.	28
Figura 17 - Chapa metálica cobrindo a junta de dilatação na laje 1, nível 924.....	29
Figura 18 - Calha na parte inferior da junta de dilatação da laje 1, nível 924.....	29
Figura 19 - Rufo improvisado na junta de dilatação entre a laje 1 com o prédio Sul, nível 924.	30
Figura 20 - Aproximação do rufo improvisado na junta de dilatação entre a laje 1 com o prédio Sul, nível 924.....	30
Figura 21 - Vista inferior da junta de dilatação entre a laje 1 com o prédio Sul, nível 924....	31
Figura 22 - Localização da junta de dilatação entra as lajes L211 e L212 do prédio Norte, Bloco 3, nível 932.....	31
Figura 23 - Identificação no projeto estrutural do local da junta de dilatação entra as lajes L211 e L212 do prédio Norte, Bloco 3, nível 932.....	32

Figura 24 - Junta de dilatação entre as lajes L211 e L212 do prédio norte bloco 3, nível 932.	33
Figura 25 - Aproximação da junta de dilatação entre as lajes L211 e L212 do prédio norte bloco 3, nível 932.	33
Figura 26 - Localização do muro de arrimo 12 no prédio Norte, Bloco 3, nível 920.	34
Figura 27 - Detalhamento do sistema de drenagem superficial e subsuperficial.	35
Figura 28 - Identificação do projeto estrutural do muro de arrimo presente no prédio Norte, Bloco 3, nível 920.....	35
Figura 29 - Muro de arrimo 12 do prédio norte bloco 3, nível 920.....	36
Figura 30 -Aproximação do muro de arrimo 12 do prédio Norte, Bloco 3, nível 920.....	37
Figura 31 - Pontos de umidade na parede do anfiteatro no subsolo, nível 920.....	37
Figura 32 - Localização do ralo que apresenta infiltração do prédio Norte, Bloco 3, nível 928.	38
Figura 33: Vista inferior do ralo com infiltração do prédio Norte, Bloco 3, nível 928.	39
Figura 34 - Umidade no banheiro inferior devido a infiltração no ralo do prédio Norte, Bloco 3, nível 928.	39
Figura 35 - Interior do ralo sem impermeabilização, nível 928.	40
Figura 36 - Localização dos acúmulos de água presentes na laje 1, nível 924.	41
Figura 37 - Manchas que indicam o acúmulo de água na laje 1, nível 924.....	41
Figura 38 - Localização do acúmulo de água no prédio norte entre os blocos 1 e 2, nível 932.	42
Figura 39 - Ponto de acúmulo de água localizado prédio norte entre os blocos 1 e 2, nível 932.	43
Figura 40 - Parede danificada pelo acúmulo de água localizado prédio Norte, entre os Blocos 1 e 2, nível 932.	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Justificativa	9
1.2 Objetivo	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Métodos de execução de impermeabilização.....	10
2.1.1 Regularização da superfície.....	11
2.1.2 Impermeabilização de juntas de dilatação	11
2.1.3 Impermeabilização de ralos.....	13
2.1.4 Pingadeiras	15
2.1.5 Impermeabilização de lajes.....	15
2.1.6 Impermeabilização de muros de arrimo	16
2.2 Patologias das edificações	18
2.2.1 Atuação da água nas edificações	18
Umidade por infiltração.....	19
Umidade ascensional	19
Umidade por condensação	20
Umidade de obra.....	20
Umidade acidental.....	20
2.3 Manifestações patológicas.....	21
2.3.1 Eflorescência	21
2.3.2 Corrosão de armaduras	22
2.3.3 Manchas.....	23
2.3.4 Agentes biológicos.....	23
3 MATERIAIS E METODOS	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4.1 Eflorescência	24
4.2 Juntas de dilatação	28
4.3 Impermeabilização dos muros de arrimo.....	34
4.4 Impermeabilização do ralo	38
4.5 Acúmulo de água devido ao empoçamento	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

O homem, desde a época em que morava nas cavernas, tinha a intenção de se proteger dos agentes climáticos como da chuva, do vento, do frio. Com o passar do tempo, tornou-se perceptível que a umidade que ascendia do chão também era responsável por tornar o local onde habitava insalubre e propício a doenças.

Com o avanço das técnicas construtivas e o avanço da sociedade, deu-se cada vez mais importância para o isolamento das construções, visto que este garante um maior conforto para os usuários e maior durabilidade da estrutura. Ressalta-se que as principais causas de desgastes das edificações são causadas pela água e calor, devendo-se dar maior atenção a água devido ao seu poder de penetração.

O homem está sempre tentando combater a umidade nas construções visando evitar o desgaste da estrutura e o surgimento de patologias associadas e, com o passar do tempo, foram criadas diversas técnicas e produtos para garantir a estanqueidade à água. Com isso, surgiu a necessidade de normas técnicas a serem seguidas e, assim, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) desenvolveu a NBR 9574, em 1986, que estabelece as exigências para a execução de impermeabilizações e passou por sua última atualização no ano de 2020.

Mesmo existindo uma norma técnica, a desinformação em relação aos materiais e técnicas para impermeabilização são responsáveis por grande parte dos problemas no processo de impermeabilização. E muitas das vezes, após a edificação já concluída, torna-se impossível identificar visualmente se o processo foi realizado corretamente.

Neste sentido, o intuito deste trabalho é colaborar para o estudo das patologias devidas à impermeabilização na construção civil, descrever alguns sistemas de impermeabilização e como devem ser executados, assim como elaborar um estudo de caso das patologias presentes no Parque Científico e Tecnológico de Lavras.

1.1 Justificativa

A elaboração deste trabalho se justifica devido a diversos casos patológicos encontrados em uma obra de construção civil oriundos da má impermeabilização ou, até mesmo, da falta dela. O trabalho visa mostrar também o quanto é importante uma impermeabilização bem-feita a fim de evitar retrabalho, danos de conservação ou estruturais após a conclusão da obra.

O custo para realizar os serviços de impermeabilização durante o processo de construção é entorno de 1% a 3% do valor total da obra, enquanto para solucionar os problemas gerados após o surgimento das patologias causadas pela infiltração de água, gera um acréscimo no valor

do serviço entre 10% e 15% para a nova impermeabilização. Considerando apenas os custos com quebra de revestimento e não levando em consideração os danos causados pela patologia ou a depreciação do imóvel (Cunha, 2017).

Pretende-se, portanto, evidenciar a importância de se realizar um processo de impermeabilização bem-feito para evitar o surgimento de patologias relacionadas a infiltração de água.

1.2 Objetivo

Realizar um estudo de caso das patologias decorrentes a problemas de impermeabilização presentes no Parque Científico e Tecnológico de Lavras localizado na Universidade Federal de Lavras, relacionados principalmente com a falta de impermeabilizantes e apresentando uma proposta corretiva de acordo com o que foi visto na fundamentação teórica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação teórica vai descrever como os processos de impermeabilização devem ser executados durante o processo de construção, a fim de evitar o surgimento das patologias, assim como descrever como as diversas maneiras que a água pode atuar na estrutura e as patologias originadas.

2.1 Métodos de execução de impermeabilização

Para garantir que não haja vazamentos, antes da impermeabilização torna-se necessário a adoção de alguns cuidados. Os detalhes no processo de impermeabilização são de grande importância, pois a partir deles surgem a maior parte dos problemas, devendo-se, então, ter atenção redobrada durante a execução de ralos, juntas de dilatação, passagem de dutos, mudanças de planos, dentro outros (RIGHI, 2009).

A seguir, serão mostrados métodos de execução de processos que antecedem a impermeabilização, no entanto, que são fundamentais para o seu bom funcionamento, tais como o nivelamento da superfície e como deve ser a correta execução da impermeabilização de algumas estruturas e detalhes.

Os métodos de impermeabilização citados não são os únicos que podem ser aplicados, porém, foram escolhidos por serem os mais usuais para cada estrutura.

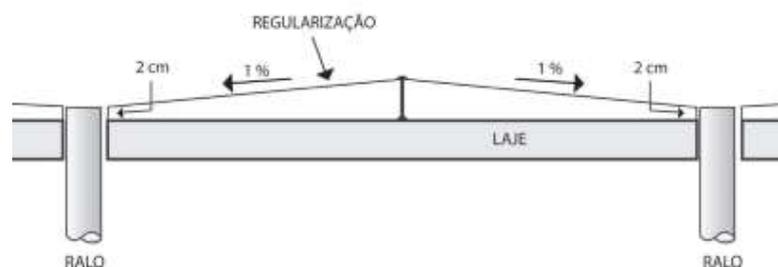
2.1.1 Regularização da superfície

Durante o processo de concretagem, são utilizados diversos maquinários, uma grande quantidade de pessoas trabalhando e um grande volume de material é aplicado. O que dificulta o controle para que a superfície final seja plana e lisa como deveria. Por este motivo é comum a presença de pontos de acúmulo de água nas lajes concretadas e a função da regularização é justamente fazer com que a superfície fique plana e com um caimento que direcione o fluxo de água para os pontos de coleta, evitando, assim, os pontos de acúmulo (Silva, 2011).

De acordo com a NBR 9575 (2010), áreas horizontais devem apresentar inclinação mínima de 1% em direção aos coletores de água nas regiões externas e, para regiões internas, uma inclinação mínima de 0,5%.

Para a regularização é recomendado usar argamassa de cimento e areia com traço 1:3, de no mínimo 2 cm espessura e com cantos arredondados para permitir o ajuste do sistema de impermeabilização, conforme representado na Figura 1 (Viapol, 2016).

Figura 1 - Regularização de lajes.



Fonte: Viapol (2016).

2.1.2 Impermeabilização de juntas de dilatação

Segundo a NBR 6118 (2014), as juntas estruturais devem ser previstas a cada 15 m e, em casos eventuais onde forem utilizados espaçamentos maiores, devem ser feitos cálculos para os efeitos de retração térmica do concreto, retração hidráulica e variações de temperatura. As juntas em superfícies sujeitas a ação da água devem ser seladas para impedir a passagem da mesma e qualquer armadura existente no concreto deve terminar a uma distância mínima de 6 cm da junta.

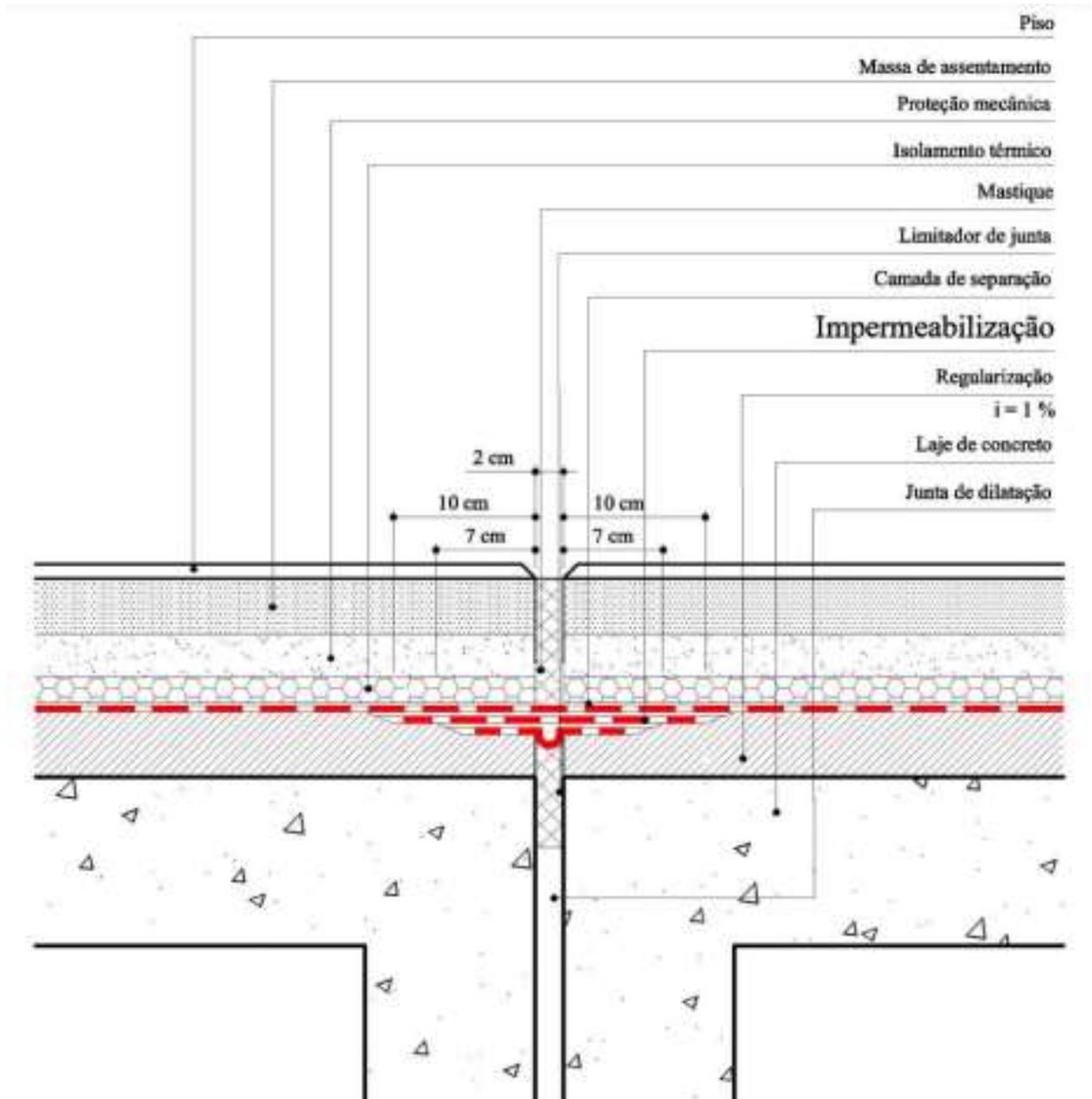
As juntas podem permitir a movimentação vertical quando utilizadas em fachadas e muros, ou horizontal quando utilizadas em pisos e lajes. Normalmente, são espaços com largura

variando de 2 a 4 cm, onde estes espaços devem ser calafetados para impedir a passagem de água e sem prejudicar a movimentação dos elementos estruturais (Righi, 2009).

A NBR 9575 (2010) descreve que as juntas de dilatação devem ser divisoras de água e apresentar uma cota mais elevada no nivelamento do caimento. A norma também estabelece que deve ser previsto tratamento específico para os esforços atuantes e materiais a ser utilizados na impermeabilização.

Para execução correta de uma junta de dilatação, deve-se realizar a aplicação de um material delimitador de profundidade a fim de evitar a fuga do selante, normalmente esse material é uma corda flexível feita de espuma de polietileno de baixa densidade, além de isolar as laterais da junta com fita para que não haja contato do selante com o concreto e depois aplicar o material selante de forma contínua no interior da junta, como representado na Figura 2 (CRUZ, 2003).

Figura 2 - Detalhes de impermeabilização em juntas de dilatação.



Fonte: CRUZ (2003, p.66).

2.1.3 Impermeabilização de ralos

De acordo com a NBR 9575 (2010), deve-se atentar para a diminuição do diâmetro do ralo devido a espessura da camada de impermeabilização, sendo assim, devem ser adotados diâmetros mínimos de ralo de acordo com o sistema de impermeabilização que será aplicado. Para sistemas de impermeabilização com mantas pré-fabricadas, estes devem apresentar

diâmetro mínimo de 75 mm, enquanto nos sistemas moldados in loco ou aplicados a frio o diâmetro mínimo indicado é de 50 mm.

A instalação dos ralos é um dos pontos mais críticos do sistema de impermeabilização e as mantas asfálticas são os materiais mais utilizados para sua execução. O processo de aplicação deste método de impermeabilização deve seguir os passos abaixo para que seja realizado da forma correta (SOARES, 2014).

a) Rebaixo da área do ralo

Realizar um rebaixo na regularização com aproximadamente 40 x 40 cm, com o ralo no centro, como demonstrado na Figura 3.

Figura 3 - Rebaixo para execução da impermeabilização.

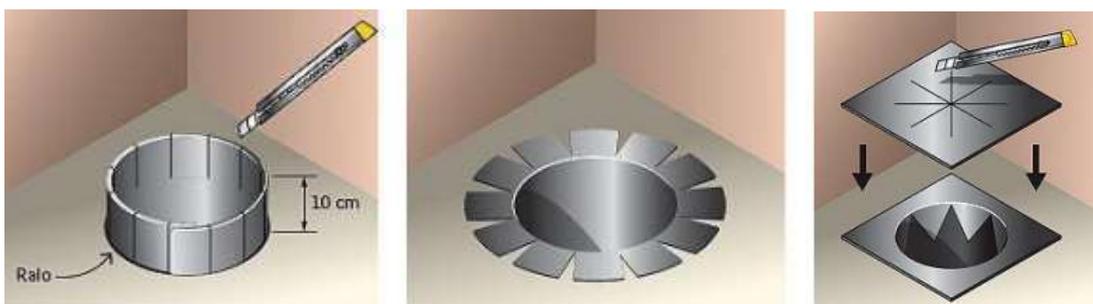


Fonte: Soares (2014).

b) Biselamento entre o ralo e a laje

A manta asfáltica deve ser aplicada na parte interna do ralo, descendo cerca de 10 cm e deixando a mesma altura para o lado de fora. A parte externa será cortada em tiras e estas serão fixadas na estrutura do contrapiso. Em seguida, deve-se cortar um pedaço de manta asfáltica do tamanho do rebaixo e sobrepô-la ao ralo. A parte central onde se encontra o ralo é cortada de forma radial e as pontas empurradas para dentro dele para realizar o selamento, como demonstrado na Figura 4 (Revista Techne, 2011).

Figura 4 - Biselamento dos ralos com manta asfáltica.



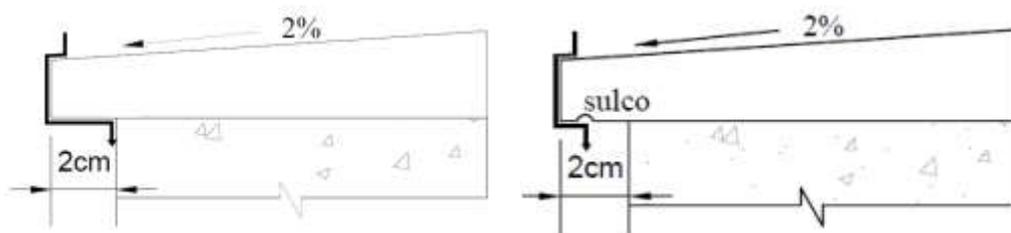
Fonte: Adaptação de Revista Techne (2011).

2.1.4 Pingadeiras

As soleiras com pingadeira são muito importantes para evitar o aparecimento de manchas nas fachadas das edificações e, quando instaladas corretamente, também auxiliam para evitar a ocorrência de infiltrações (MACAN e SONAGLI, 2015).

Para que a pingadeira seja eficiente no seu papel de desviar o fluxo de água da estrutura, ela deve apresentar uma inclinação de 2% a 5% e projetar 2 cm para fora da estrutura com um sulco na parte inferior. Na ausência deste sulco, a água continuará escorrendo pela parede anulando assim a função da peça (SOARES, 2014). A Figura 5 demonstra como o fluxo de água é alterado pela presença do sulco.

Figura 5 - Alteração do fluxo de água na pingadeira pela presença do sulco.



Fonte: Adaptado de Soares (2014, p.47).

2.1.5 Impermeabilização de lajes

A aplicação da manta asfáltica é a mais utilizada, e a sua execução só deve ser feita após a certificação de que todas as interferências, como não existir elementos pontiagudos, instalação de ralos, tubulações, apoios para hastes ou equipamentos instalados na laje estão corrigidas. Além disso, a base deve estar preparada, com caimento adequado para as regiões de drenagem e sem a presença de ângulos vivos (THOMAZ, 1999).

Após a verificação que não existem as interferências citadas acima, a aplicação da manta asfáltica pode ser realizada nas superfícies verticais e horizontais, fazendo o uso de asfalto aquecido, adesivos, autoadesivos ou com auxílio de um maçarico a gás. Segundo Thomaz (1999), a aplicação deve se iniciar pelas partes mais baixas e com a realização previa de cortes necessários.

A NBR 9574 (2020) determina que para a execução da impermeabilização as bobinas devem ser desenroladas no local de aplicação, alinhadas e depois reenroladas, como mostrado na Figura 6. Quando utilizando o maçarico a gás na aplicação, a chama deve ser direcionada de

forma que haja o aquecimento simultâneo da manta e de sua face de aderência. Após aplicada, deve-se pressionar a manta do centro para as extremidades a fim de eliminar a formação de qualquer bolha de ar.

Figura 6 - Disposição das mantas asfálticas para impermeabilização de lajes.



Fonte: Ferreira (2019).

Ainda de acordo com a NBR 9574 (2020), as emendas devem apresentar uma sobreposição de 10 cm e ser seladas com roletes ou colher de pedreiro de pontas arredondadas, sendo a sobreposição realizada no sentido do caimento, a manta a montante sobre a jusante (THOMAZ, 1999). Segundo Cruz (2003), nas superfícies verticais a impermeabilização deve elevar-se a, no mínimo, 20 cm do piso acabado.

2.1.6 Impermeabilização de muros de arrimo

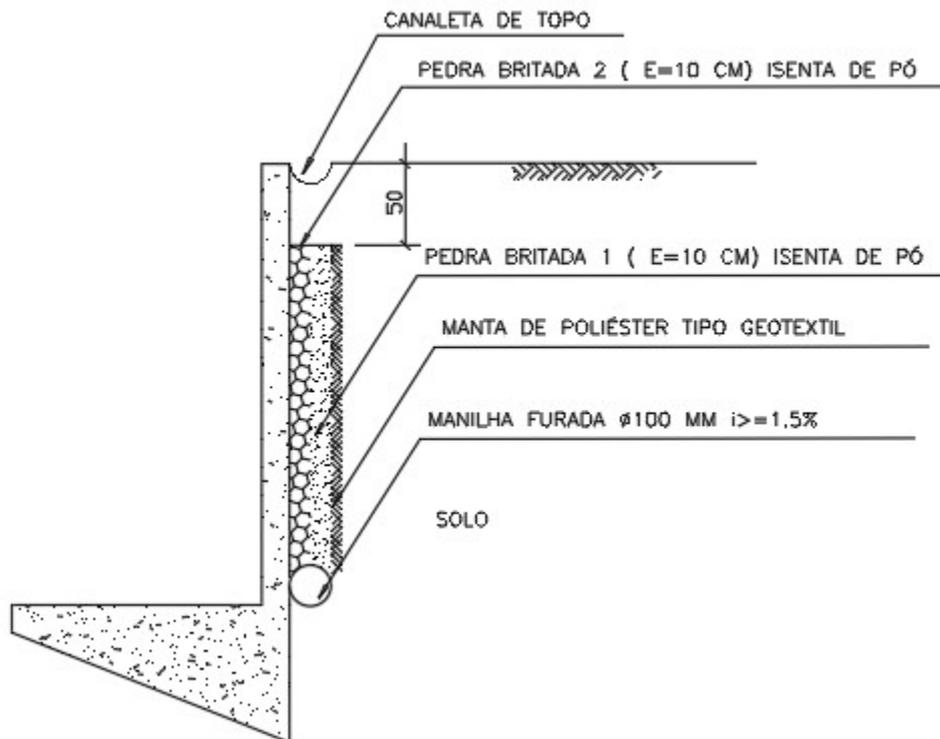
Os muros de arrimo são estruturas de contenção projetados para resistir aos esforços impostos pelo solo (empuxo de terra), água (pressão hidrostática) e sobrecargas externas (acréscimos de tensão horizontais aplicados). Podem ser muros de gravidade, os quais resistem aos esforços solicitantes com o peso próprio, ou de flexão, que, geralmente, são construídos de concreto armado e apresentam um formato de L, sendo resistentes aos esforços solicitantes pela

combinação do peso próprio e das cargas aplicadas sobre a parte horizontal do muro (Domingues, 1997).

A drenagem deste tipo de estrutura se faz necessária devido a presença de água no terreno contido. Essa água faz com que o empuxo hidrostático aumente e, conseqüentemente, tem-se incremento nos esforços atuantes no muro, sendo mais viável dimensionar um sistema de drenagem que impossibilite a origem dessas pressões do que dimensionar a estrutura para que resista a esta carga extra (Domingues, 1997).

Um método de drenagem subsuperficial utilizado é a aplicação de uma camada de solo mais permeável que o contido pelo muro, onde a espessura desta camada depende do tipo de solo contido e varia de 15 a 20 cm. O material utilizado na sua construção é, geralmente, areia ou rocha britada. Na interface entre o material drenante e o solo contido deve ser aplicado uma membrana geotêxtil que tem a função de permitir o fluxo de água e reter os finos carreados por ela, assim como na base da camada drenante deve ser utilizado um tubo perfurado para direcionar a água para fora da estrutura de contenção (Domingues, 1997). A Figura 7 demonstra como é o sistema construtivo descrito acima.

Figura 7 - Projeto de drenagem do muro de arrimo (detalhe típico).



Fonte: Projeto estrutural da CGP consultoria e projetos, folha 286.

Mesmo sendo realizado o sistema de drenagem nos muros de arrimo, ainda se faz necessária a aplicação de uma camada de impermeabilização para aumentar a vida útil da estrutura e evitar problemas de infiltração na parte interna do muro. A impermeabilização pode ser realizada tanto na face em contato com o solo ou na parte sem contato com o solo (Pirondi, 1992).

Existem diversos métodos de impermeabilização de muros de arrimo, como a aplicação de pinturas asfálticas, mantas de PVC, mantas asfálticas, argamassas impermeabilizantes, entre outros. Cada um desses métodos deve ser executado de acordo com a orientação do fabricante para que funcione corretamente e vale ressaltar que se deve ter cuidado ao realizar a montagem da drenagem para que não haja danos à impermeabilização e esta perca a sua função (Pirondi, 1992).

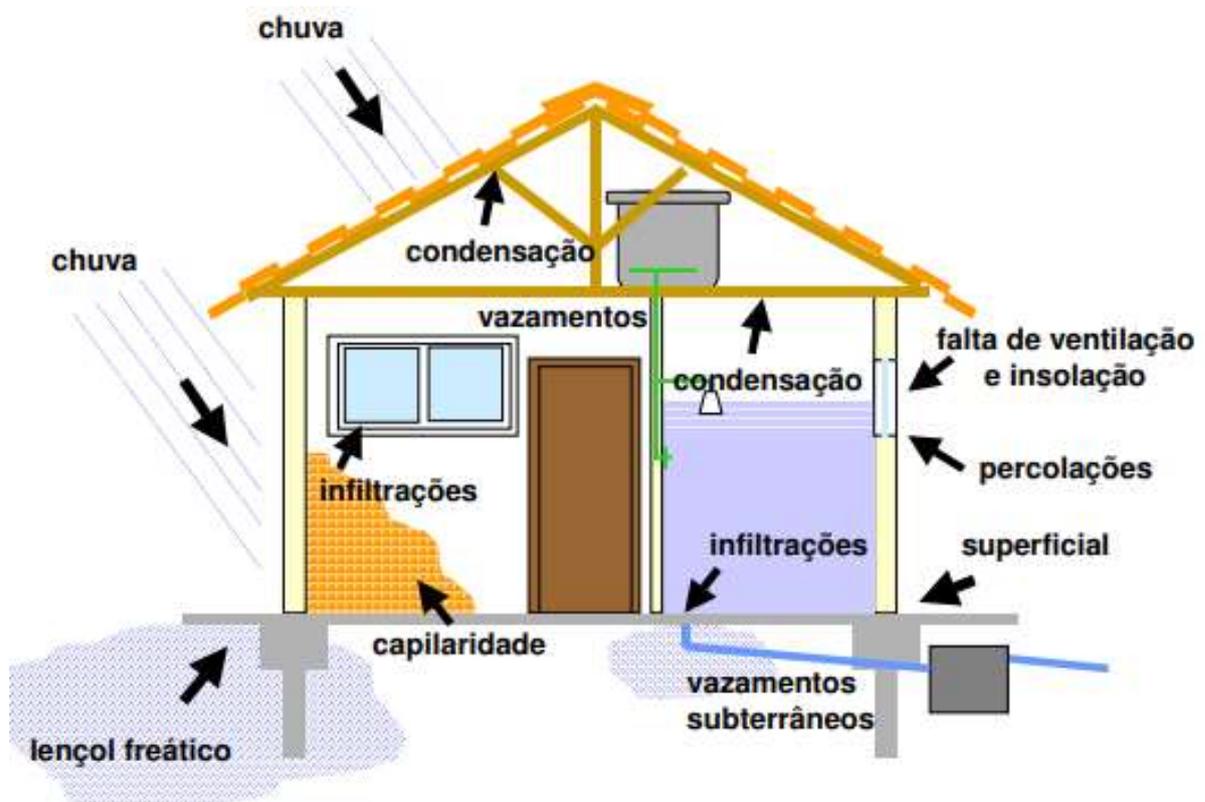
Para a impermeabilização fazendo o uso de manta asfáltica na estrutura do lado em contato com o solo, deve seguir o mesmo processo normativo da NBR 9574 (2020), como explicado anteriormente para a impermeabilização de lajes.

2.2 Patologias das edificações

2.2.1 Atuação da água nas edificações

A água que afeta as edificações é proveniente de mais de uma fonte, sendo as mais comuns a umidade atmosférica, umidade do solo, umidade vinda da obra ou de obras vizinhas (CUNHA, 2017). A forma que a água atua também podem ser diferentes, como ilustrado na Figura 8 e descrito a seguir. Conhecendo a origem da umidade torna-se possível a escolha de qual a melhor forma de impermeabilização.

Figura 8 - Formas de ação da água na edificação.



Fonte: < <http://www.casadagua.com/wp-content/uploads/2014/02/PALESTRA-SISTEMAS-DE-IMPERMEABILIZACAO.pdf> > Acesso em: 5 ago.2022.

Umidade por infiltração

Nos solos a infiltração é o processo em que a água penetra nas camadas superficiais e se move para baixo por gravidade, através dos espaços vazios presentes até que atinja uma camada impermeável. Para as edificações o processo é semelhante e pode ser caracterizado pela penetração da água do meio externo para o interior da peça, podendo entrar pelos poros do material ou por aberturas presentes na estrutura. Este tipo de umidade é proveniente principalmente de águas pluviais, que com a ação do vento pode intensificar o processo de infiltração (RIGHI, 2009).

Umidade ascensional

A umidade ascensional está relacionada ao contato direto da estrutura com o solo úmido e, quando não há a presença de lençóis freáticos superficiais, o aparecimento de água pode ser sazonal. A umidade ascendente se dá por meio de capilaridade, fenômeno esse que consiste na ascensão da água do solo para as paredes através de pequenos poros ou vasos capilares devido

a tensão superficial da água. A absorção de água por capilaridade se dá pela estrutura em contato com terreno úmido, sem nenhum tipo de impermeabilização (Souza, 2008).

A altura que a umidade ascensional pode atingir varia dependendo das condições climáticas (temperatura e umidade relativa), espessura da parede, exposição ao sol e a presença de sais na estrutura (ASCENSÃO, 2002). De acordo com Souza (2008), este tipo de umidade costuma apresentar uma altura máxima de 80 cm da base da parede.

Umidade por condensação

A quantidade de vapor de água máximo que pode conter no ar varia de acordo com a temperatura, isso é denominado peso de vapor saturante. Caso a quantidade de vapor seja inferior a máxima o ar estará úmido, mas não saturado (RIGHI, 2009).

Ao se encontrar com uma superfície fria, acontece o resfriamento do ar, causando uma diminuição da sua capacidade de absorver umidade e, conseqüentemente, a condensação na superfície. A agressividade da condensação está diretamente relacionada com a densidade do elemento da superfície, ou seja, quanto mais denso maior é a condensação (RIGHI, 2009).

Umidade de obra

Um dos principais insumos utilizados na construção civil tradicional é a água, utilizada amplamente na fabricação do concreto e argamassas, por exemplo. Porém, a evaporação desta água não se dá de maneira uniforme, primeiro acontece a evaporação da água superficial, seguida da água presente nos poros de maior diâmetro e, por último, a evaporação da água armazenada nos poros de menor diâmetro. Este processo é lento e pode levar anos para que ocorra a evaporação total da água contida no material e isso varia de acordo com clima e utilização da construção (CECHINEL, 2009).

Umidade acidental

A umidade acidental é um tipo de umidade causada por problemas ou erros durante a execução das instalações hidrossanitárias. Devido ao tempo de vida útil dos materiais utilizados para a execução das redes em construções mais antigas, devem-se tomar cuidados com a manutenção destes, pois há maior possibilidade de ocorrência de vazamentos (RIGHI, 2009). Como na maioria das vezes as tubulações estão embutidas na alvenaria, a identificação de vazamentos é difícil e, quando descoberta, a infiltração já causou danos à edificação.

2.3 Manifestações patológicas

A maior parcela de patologias no Brasil está associada à umidade, tendo como origem a deficiências nos projetos de impermeabilização ou má execução da obra e de pequenos detalhes construtivos (OLIVEIRA, 2015). As patologias de impermeabilização têm características próprias e a seguir serão apresentadas as descrições de algumas delas.

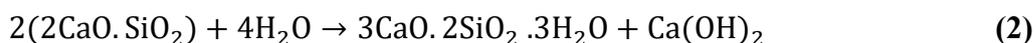
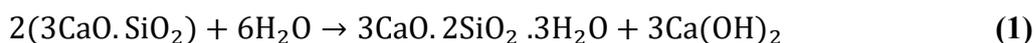
2.3.1 Eflorescência

As eflorescências são caracterizadas como depósitos cristalinos de cor branca que surgem na superfície de uma estrutura cimentícia, que ocorrem devido ao transporte e evaporação de soluções aquosas salinizadas (SANTOS e SILVA FILHO, 2008).

Os sais que causam a eflorescência podem ser metais ferrosos (cálcio e magnésio), metais alcalinos (potássio e sódio), parcialmente ou totalmente solúveis em água. Estes sais podem ser originais dos próprios materiais de construção, como o cimento e a areia, ou de outros meios, como, por exemplo, névoas salinas (GRANATO, 2005).

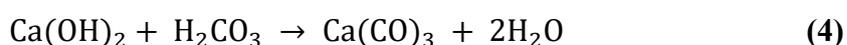
Para que ocorra a eflorescência, a presença de água é indispensável, já que esta dissolve os sais e os transporta para a superfície. A evaporação desta solução salinizada faz com que haja uma supersaturação de sais e, conseqüentemente, a deposição dos mesmos na superfície do material (GRANATO, 2005). Para a ocorrência deste processo, a água pode apresentar diversas origens, como descrito anteriormente.

Em materiais que utilizam o cimento Portland como aglomerante, o carbonato de cálcio é um dos sais que predominam nas eflorescências. A formação desta eflorescência ocorre através de uma reação secundária, visto que primeiro é necessária a formação do hidróxido de cálcio pela hidratação do cimento. A reação dos silicatos do cimento (C_3S e C_2S) formam cristais de C-S-H e libera hidróxido de cálcio na solução, como mostrado nas Equações (1) e (2) (MEHTA e MONTEIRO, 2014).



Vale ressaltar que aproximadamente 75% dos compostos anidros do cimento Portland são silicatos e que ao final da reação o hidróxido de cálcio corresponde 25%, aproximadamente, do produto total formado (MEHTA e MONTEIRO, 2014).

O hidróxido de cálcio presente na matriz cimentícia é dissolvido pela água e trazido para a superfície onde entra em contato com o ácido carbônico, que tem origem da dissolução do gás carbônico presente no ar com a água. A reação de neutralização entre o hidróxido de cálcio e o ácido carbônico ocorre posteriormente, formando um sal (carbonato de cálcio) praticamente insolúvel e que dificilmente será removido por intempéries. A precipitação desse sal ocorre quando a supersaturação da solução por meio da evaporação da água ou pelo aumento da produção de sal. As Equações (3) e (4) representam as reações de formação do ácido carbônico e do sal descritos anteriormente (ABERLE et al., 2007).



Para Uemoto (1988), a eflorescência pode ocorrer em qualquer elemento da edificação e pode gerar prejuízos meramente estéticos, caso haja somente a formação de manchas esbranquiçadas na superfície do material, ou pode ser indicativo de um ataque mais agressivo. Dependendo do local de formação dos cristais, pode ocorrer a formação excessiva de sais nos poros próximos à superfície e a formação de fissuras, ou ainda o comprometimento da matriz cimentícia devido à redução do pH, desestabilizando os cristais de C-S-H. Um concreto que tenha 25% do seu cálcio lixiviado, perde cerca de metade da resistência à compressão por conta da diminuição da quantidade de C-S-H (HELENE e PEREIRA, 2007).

2.3.2 Corrosão de armaduras

A corrosão das armaduras apresenta-se como uma das piores patologias que podem afetar uma estrutura devido a problemas na impermeabilização. Esta patologia pode ser originada de mais fatores além da má impermeabilização, como a falta de cobrimento adequado, alta porosidade do concreto, má cura, presença de fissuras, dentre outros (Oliveira, 2015).

Segundo Souza e Ripper (2009), durante o processo de corrosão da armadura ocorre a troca da seção resistente do aço por óxido de ferro hidratado, fazendo com que a armadura perca resistência devido à diminuição da seção transversal. Além da diminuição da resistência, esse processo também faz com que ocorra a perda de aderência entre o aço e o concreto, assim como a degradação do concreto que envolve a armadura causada pelas tensões de expansão exercidas pelo óxido, entorno de 15 MPa, que é o suficiente para fissurar o concreto.

2.3.3 Manchas

O comportamento da água ao atravessar uma barreira vai depender da quantidade que consegue permear o meio. Se uma pequena quantidade atravessar, a água tende a permanecer aderida à superfície formando manchas. Já se for grande a quantidade de água a atravessar, esta pode se desprender e causar goteiras, quando em superfícies horizontais, ou escorrer, quando em superfícies verticais (Pascoal, 2011).

2.3.4 Agentes biológicos

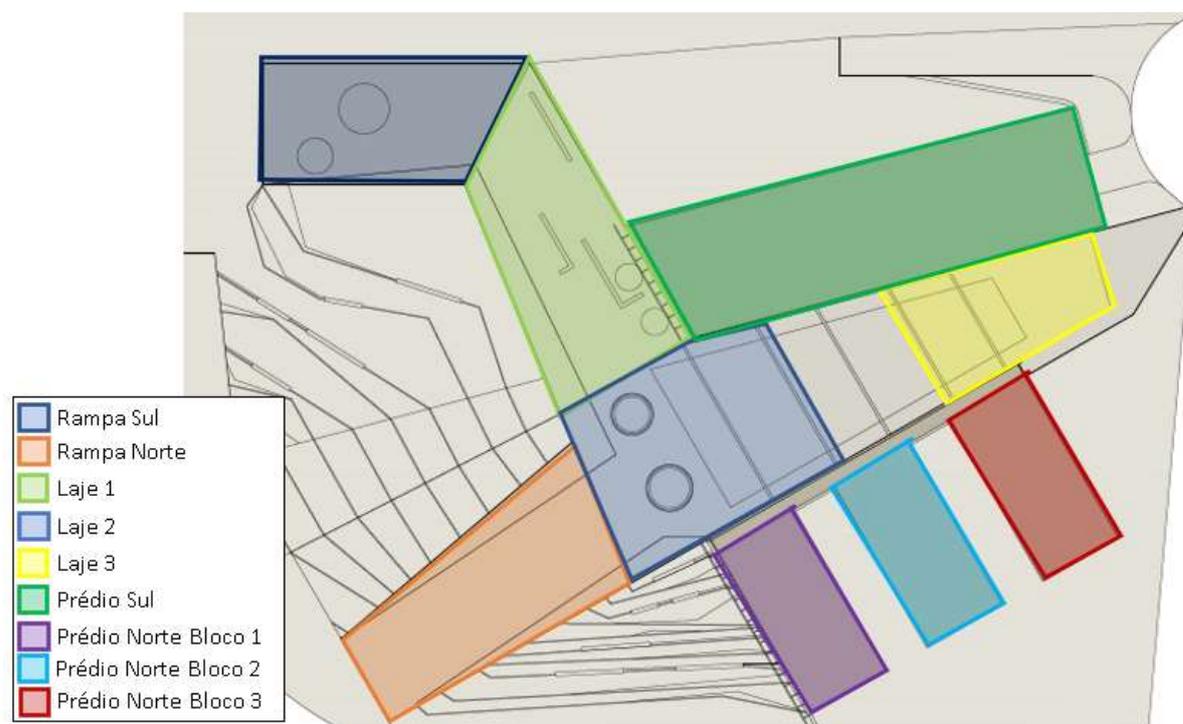
Este tipo de patologia tem origem a partir de organismos vivos que necessitam da presença de ar e água para proliferar, como plantas e fungos. Apesar de ser mais comum o ataque de fungos em peças de madeira, estes também podem ocorrer em alvenarias, deixando o revestimento pulverulento. O apodrecimento das superfícies ocorre devido aos fungos, que se manifestam na forma de mofo ou bolor, ao fixarem suas raízes no local e pela liberação de enzimas ácidas que destroem o material. Sua presença pode ser identificada pelo escurecimento da superfície ou pela degradação do material (CECHINEL, 2009).

3 MATERIAIS E METODOS

A pesquisa foi realizada no Parque Científico e Tecnológico de Lavras, que está localizado no campus da Universidade Federal de Lavras. O projeto teve origem no ano de 2005, através do programa de Implantação de Parques Tecnológicos do Governo de Minas Gerais. O projeto é resultado de uma parceria entre a Universidade Federal de Lavras (UFLA), a Prefeitura Municipal de Lavras e a Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SECTES-MG). Sendo um empreendimento que tem caráter científico e tecnológico, abrigará empresas inovadoras ou de base tecnológica e instituições de pesquisa e desenvolvimento.

A obra teve início no ano de 2013 e conta com mais de 17 mil m² construídos e área total de aproximadamente 78 mil m², sendo finalizada no ano de 2018. Devido ao tamanho da construção foi elaborada a Figura 9 representa a planta de locação da obra e nesta estão destacadas algumas regiões para facilitar a identificação de onde as principais patologias foram observadas.

Figura 9 - Planta com as divisões de locais do centro tecnológico da UFLA.



Fonte: Adaptação do Projeto arquitetônico da CGP consultoria e projetos.

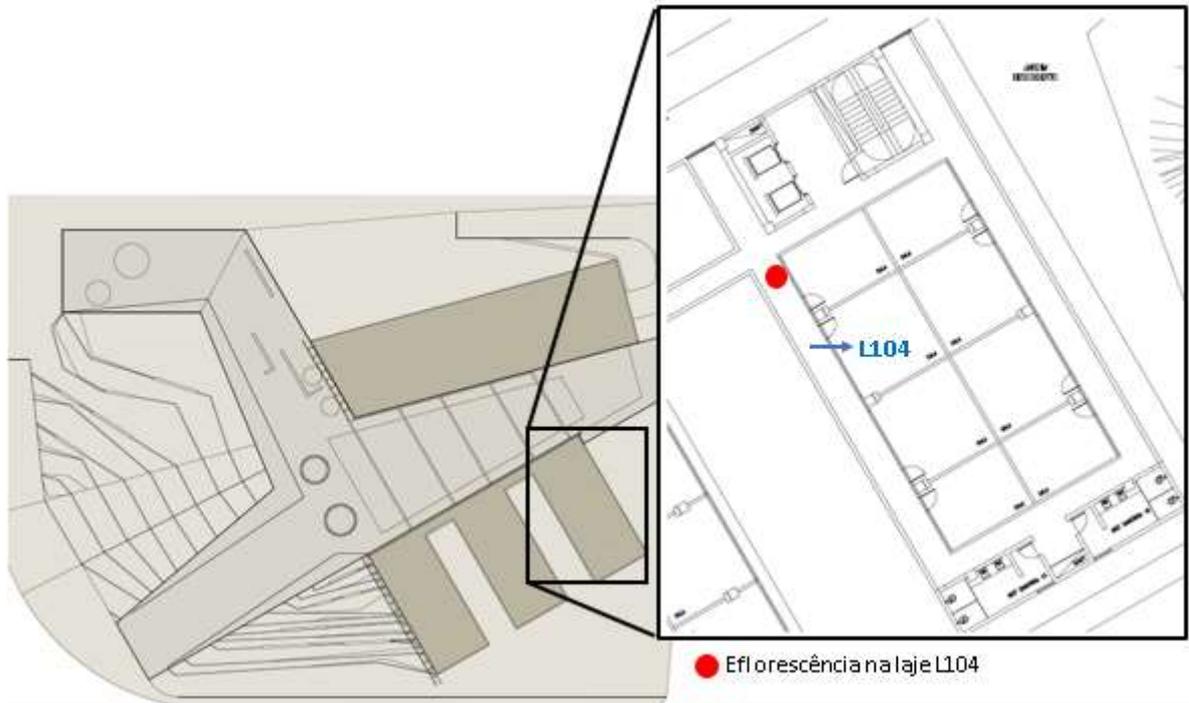
Foram realizadas três visitas ao local com a finalidade de confeccionar um acervo fotográfico das patologias presente na obra. Com as imagens em mãos foram selecionadas as patologias que tinha como origem problemas relacionados a infiltração de água e elaborado um estudo de caso para descrever as patologias observadas e possíveis intervenções

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Eflorescência

As Figura 10 e 11 possibilita a identificação do local onde foi observada a eflorescência das Figura 12 e 13, conforme já explicitado, para que ocorra a essa patologia são necessárias três condições simultâneas: presença de água, sais solúveis no material e fluxo de água.

Figura 10 - Localização no projeto da eflorescência identificada no prédio norte, Bloco 3, laje L104, nível 924.



Fonte: Adaptação do Projeto arquitetônico da CGP consultoria e projetos.

Figura 11 - Localização da eflorescência identificada no prédio norte, Bloco 3, laje L104, nível 924.



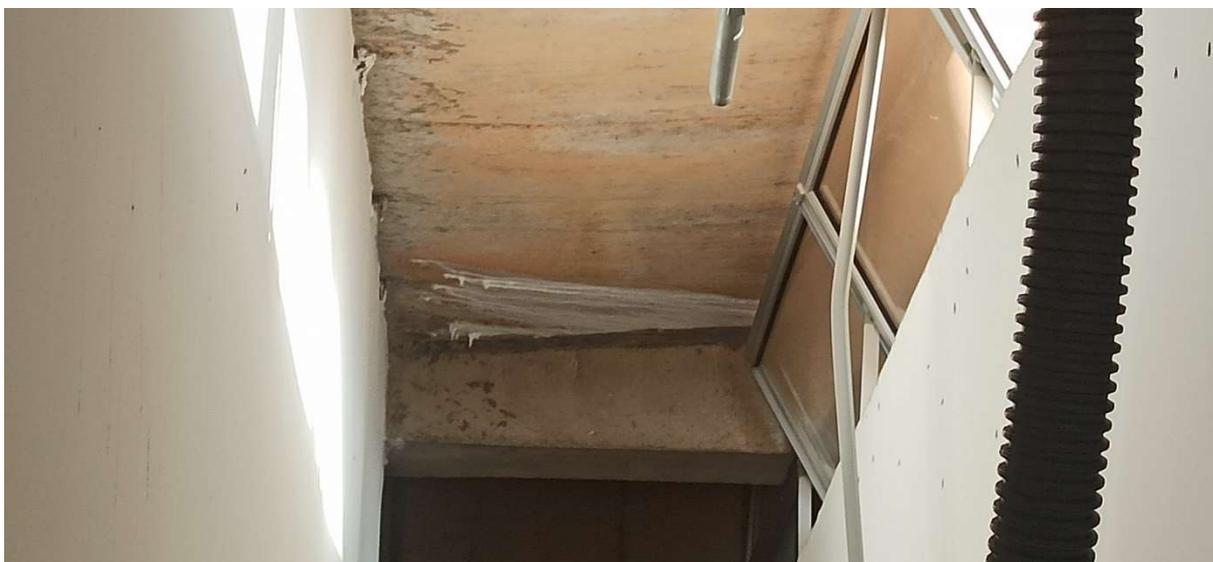
Fonte: Do autor (2022).

Figura 12 - Eflorescência no prédio norte, Bloco 3, vista pela lateral do prédio, laje L104, nível 924.



Fonte: Do autor (2022).

Figura 13 - Eflorescência no prédio norte, Bloco 3, vista do interior do prédio, laje L104, nível 924.



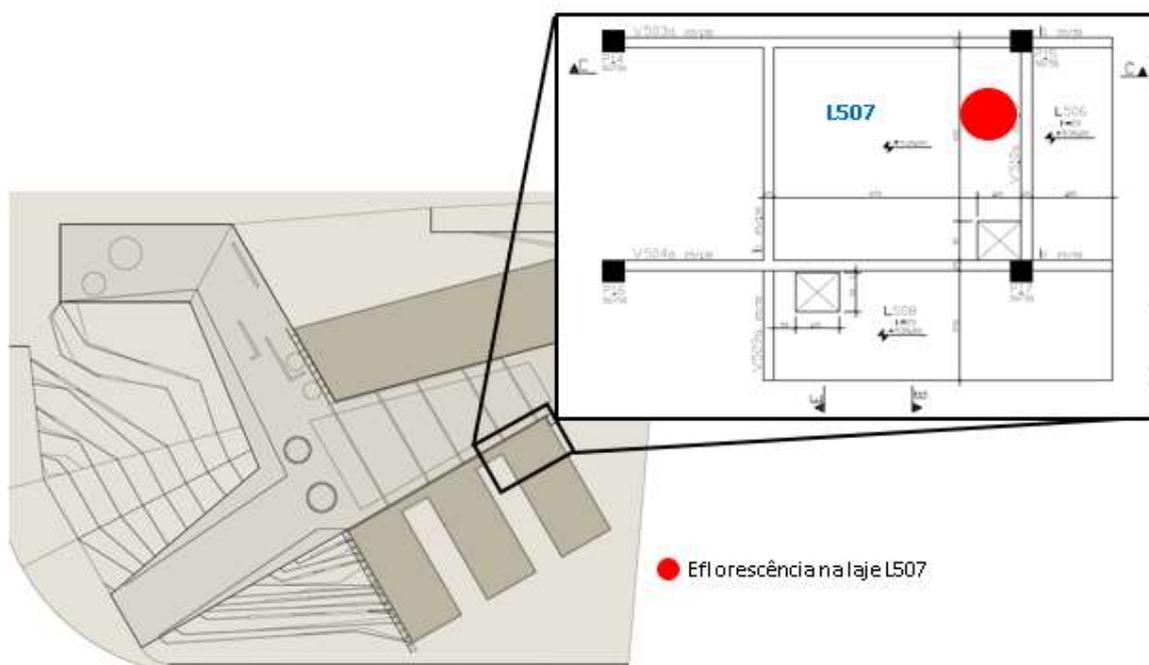
Fonte: Do autor (2022).

A eflorescência da Figura 13, assim como as manchas na pintura da Figura 11, aparentemente, têm sido originadas pelo escoamento de água da parte superior, que é um corredor aberto e não há presença de pingadeira, cuja função seria evitar que a água retorne para face inferior da laje causando as patologias descritas. A solução seria a execução das pingadeiras nas soleiras para evitar o reaparecimento das patologias e posteriormente, realizar

a remoção dos depósitos cristalinos da eflorescência e repintar as superfícies. Outra possibilidade para evitar o aparecimento da eflorescência, seria realizar a impermeabilização da laje afim de evitar o contato do concreto com a água.

O local indicado na Figura 14 é onde existe a formação da eflorescência apresentada na Figura 15.

Figura 14 - Localização da eflorescência no prédio norte bloco 3, laje L507 nível 938,80.



Fonte: Adaptação do Projeto arquitetônico da CGP consultoria e projetos.

Figura 15 - Eflorescência na caixa de escada do prédio norte, Bloco 3, laje de nível 938,80.



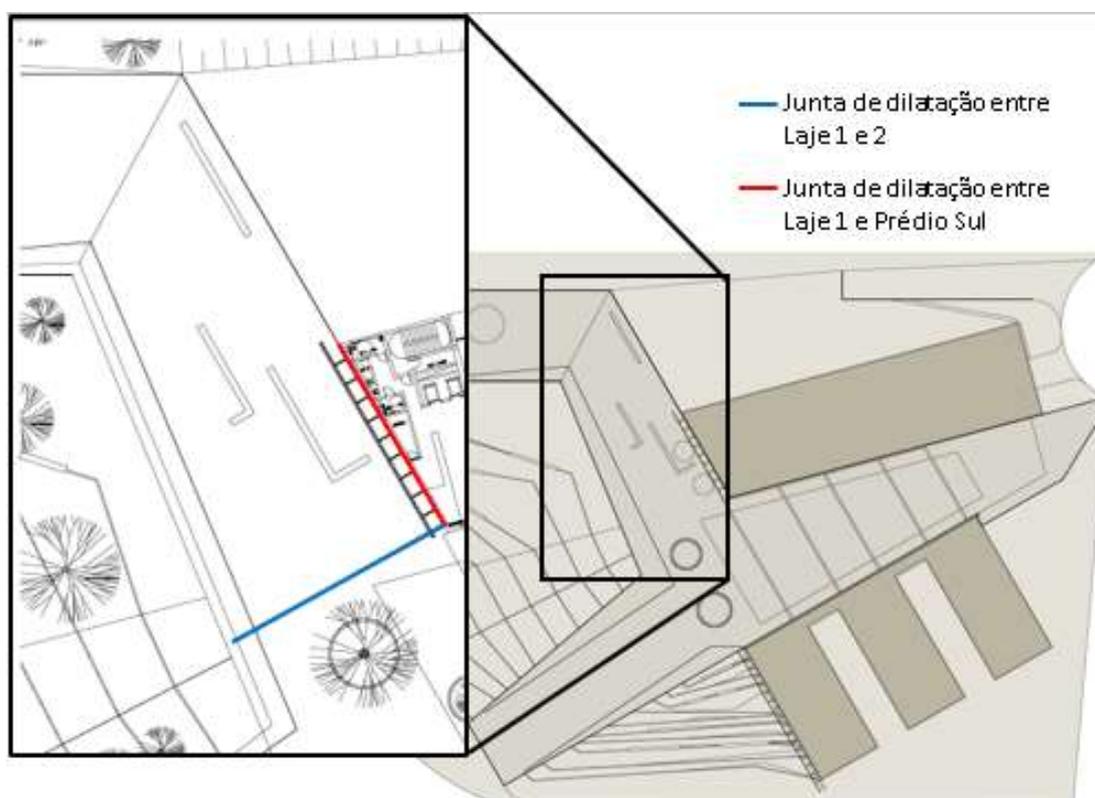
Fonte: Do autor (2022).

A eflorescência da Figura 15 aparenta ser originada pela da percolação de água da acumulada na parte superior laje. O tratamento seria através da impermeabilização da parte superior laje, a fim de evitar o fluxo de água. Outra possibilidade é a eflorescências ter sido originada por meio da umidade de condensação, já que o local apresenta pouca circulação de ar, sendo necessário, neste caso, realizar a impermeabilização da parte inferior da laje. Em ambos os casos é necessária, também, a remoção dos depósitos de sais já existentes na estrutura, podendo ser feita através de um método mecânico, como o escovamento da superfície ou por meio da aplicação de soluções ácidas.

4.2 Juntas de dilatação

Os locais indicados nas Figura 16 apresentam problemas na execução da junta de dilatação ou a falta dela.

Figura 16 - Localização das juntas de dilatação da laje 1, nível 924.



Fonte: Adaptação do Projeto arquitetônico da CGP consultoria e projetos.

Na Figura 17 a impermeabilização da junta não foi executada entre as duas lajes e na tentativa de se resolver o problema foi colocada uma chapa metálica no intuito de desviar o fluxo de água na parte superior.

Figura 17 - Chapa metálica cobrindo a junta de dilatação na laje 1, nível 924.



Fonte: Do autor (2022).

Como mostra a Figura 18, na parte inferior foi construída uma calha para recolher a água que ainda passa pela mesma e conduzir está para a rede de drenagem do pavimento inferior.

Figura 18 - Calha na parte inferior da junta de dilatação da laje 1, nível 924.



Fonte: Do autor (2022).

Na Figura 19, observa-se que para tentar impermeabilizar a junta de dilatação formada entre a laje 1 e o prédio Sul, foi executado um rufo, no qual aparentemente aplicou-se uma pintura asfáltica no local e uma camada de reboco por cima. A Figura 20, mostra a aproximação do rufo improvisado na junta de dilatação entre a laje 1 com o prédio Sul. No entanto, a adoção deste método não funcionou, pois ainda há passagem de água pelo local, o que fica claro ao observar que o pavimento inferior que apresenta marcas de fluxo da parede, mostrado pela Figura 21.

Figura 19 - Rufo improvisado na junta de dilatação entre a laje 1 com o prédio Sul, nível 924.



Fonte: Do autor (2022).

Figura 20 - Aproximação do rufo improvisado na junta de dilatação entre a laje 1 com o prédio Sul, nível 924.



Fonte: Do autor (2022).

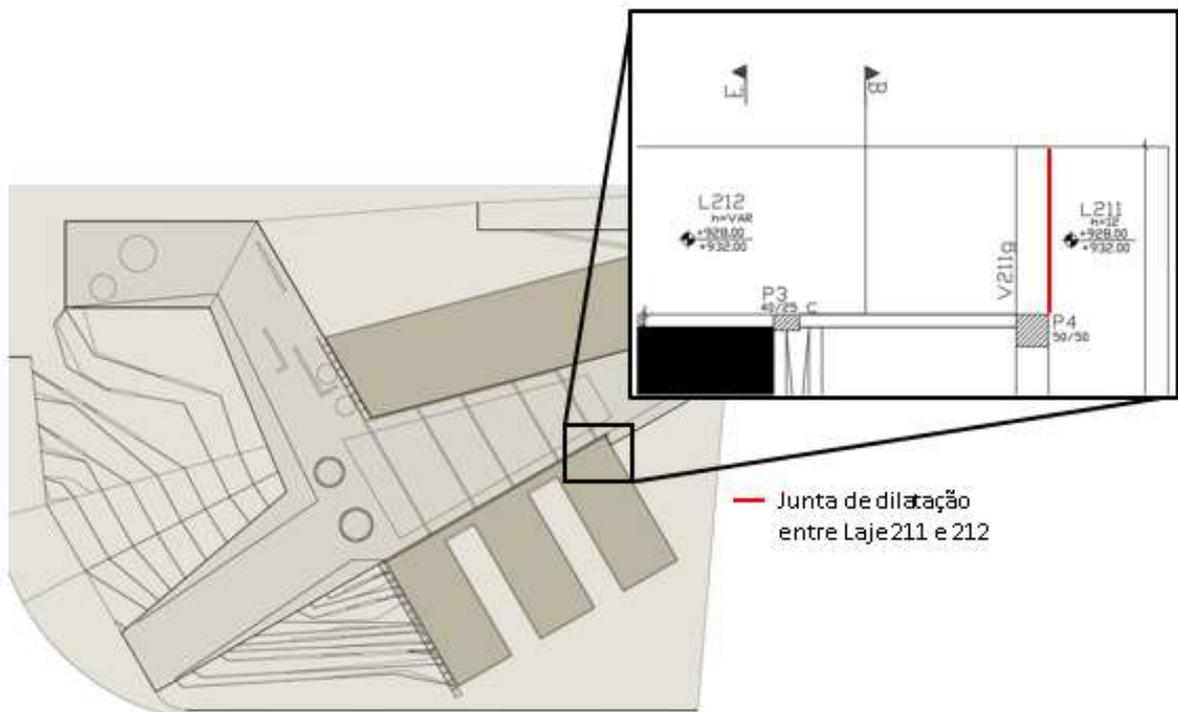
Figura 21 - Vista inferior da junta de dilatação entre a laje 1 com o prédio Sul, nível 924.



Fonte: Do autor (2022).

O local destacado na Figura 22 representa uma junta dilatação com problemas de execução no prédio norte, Bloco 3.

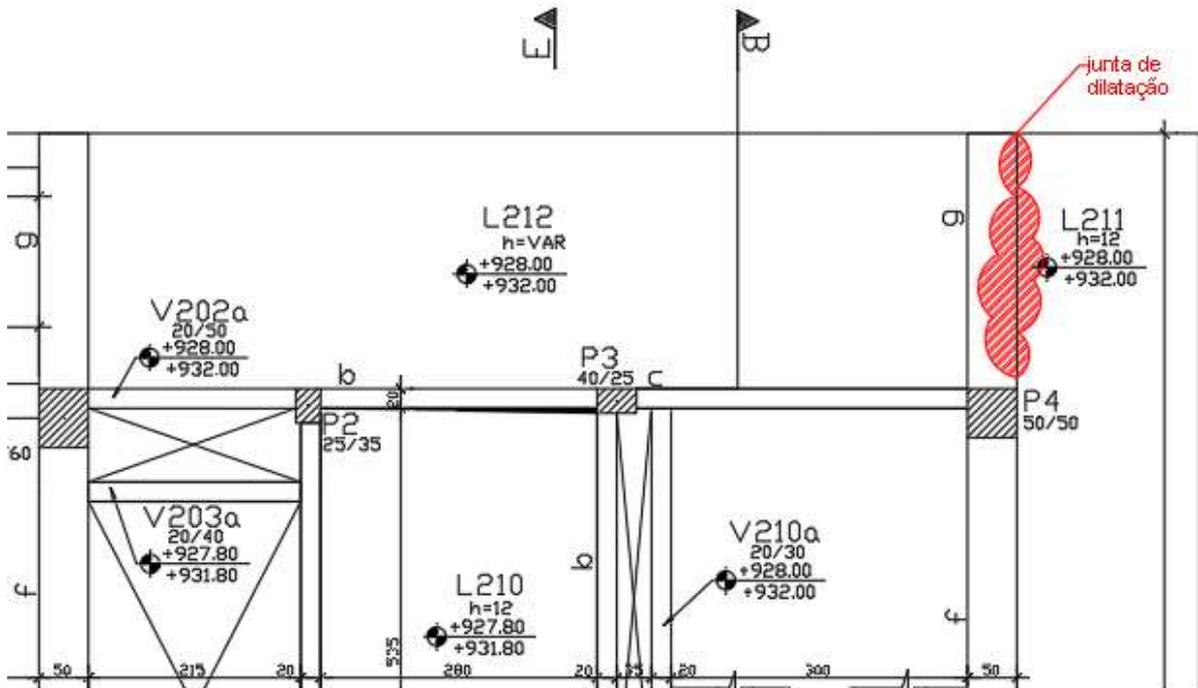
Figura 22 - Localização da junta de dilatação entre as lajes L211 e L212 do prédio Norte, Bloco 3, nível 932.



Fonte: Adaptação do Projeto arquitetônico da CGP consultoria e projetos.

O local destacado em vermelho no projeto estrutural, mostrado na Figura 23, é a junta de dilatação entre as lajes L211 e L212, ao nível 932. No projeto não há nenhum detalhamento específico sobre junta de dilatação.

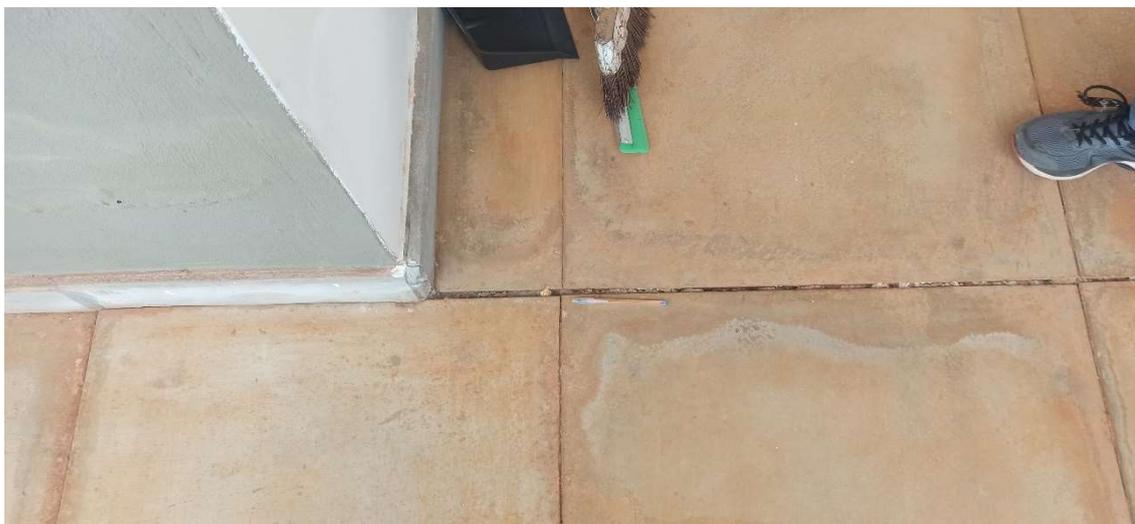
Figura 23 - Identificação no projeto estrutural do local da junta de dilatação entre as lajes L211 e L212 do prédio Norte, Bloco 3, nível 932.



Fonte: Adaptação do Projeto Estrutural da CGP consultoria e projetos.

A Figura 24 mostra a junta de dilatação com a localização descrita acima, onde já foi executado o revestimento. Observando o local, não fica claro se o EPS foi utilizado para criar o espaço da junta de dilatação ou para delimitar a profundidade do selador. Também pode-se observar que o selador não foi utilizado ou foi aplicado de formar incorreta e se soltou, conforme mostrado na Figura 25.

Figura 24 - Junta de dilatação entre as lajes L211 e L212 do prédio norte bloco 3, nível 932.



Fonte: Do autor (2022).

Figura 25 - Aproximação da junta de dilatação entre as lajes L211 e L212 do prédio norte bloco 3, nível 932.



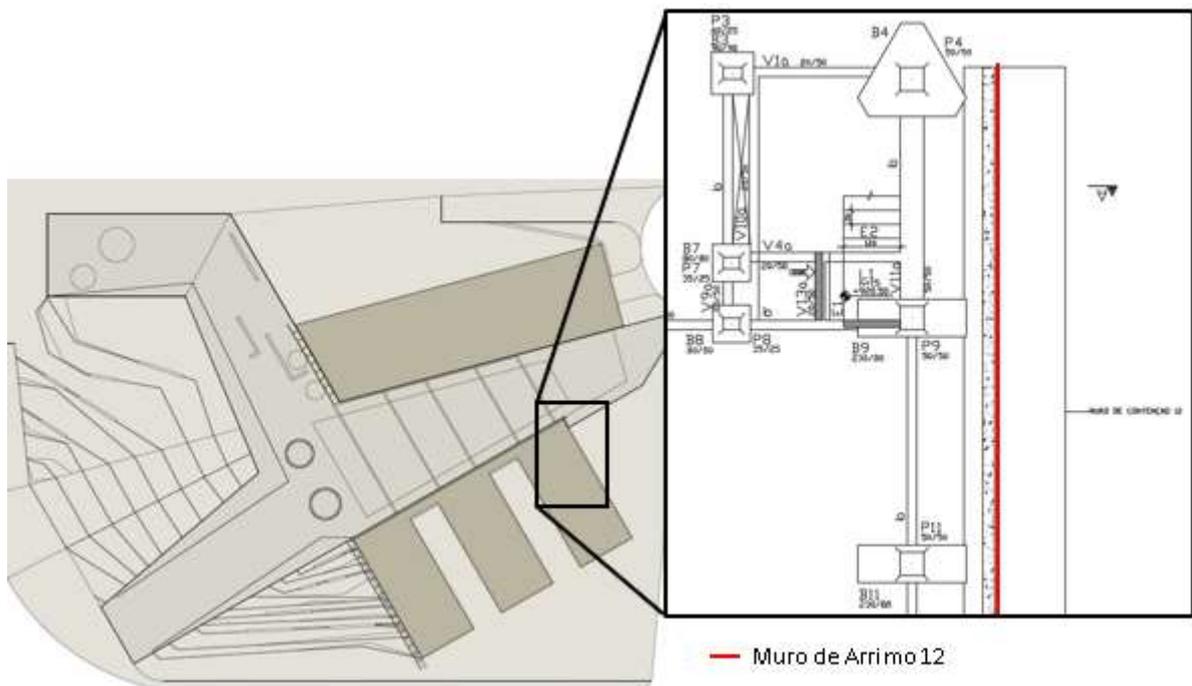
Fonte: Do autor (2022).

Para todas as juntas de dilatação acima apresentadas, a solução para a percolação de água apresentada seria a remoção do material já instalado. Após a remoção, realizar a limpeza do interior da junta, eliminando qualquer material impregnado na mesma e, em seguida, realizar a aplicação de uma corda flexível com função de delimitador de profundidade e aplicar o selador de juntas adequado de forma contínua, fazendo, assim, com que a junta torne-se impermeável.

4.3 Impermeabilização dos muros de arrimo

A drenagem dos muros de arrimo pode ser feita por dois meios superficiais e/ou internos. A drenagem superficial consiste em algum sistema que conduza o fluxo superficial de água para longe da parede e a drenagem interna tem como função conduzir a água que já infiltrou no solo. A Figura 26 mostra onde se encontra o muro de arrimo 12, descrito nas próximas figuras.

Figura 26 - Localização do muro de arrimo 12 no prédio Norte, Bloco 3, nível 920.

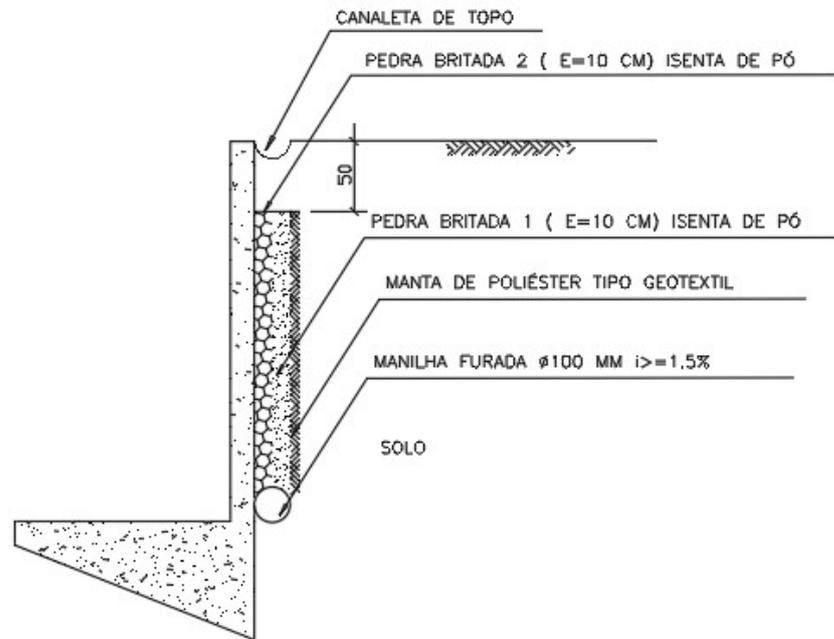


Fonte: Adaptação do Projeto arquitetônico da CGP consultoria e projetos.

A Figura 27, demonstra como deveria ser o sistema de drenagem e a Figura 28, o corte representado no projeto estrutural do muro de arrimo 12. Para a drenagem superficial, seria utilizada uma valeta de topo do muro e a interna, por um sistema composto de manta geotêxtil e duas camadas de rocha britada com granulometrias diferentes, conduzindo a água que percola pelo solo para a manilha furada localizada na base do muro.

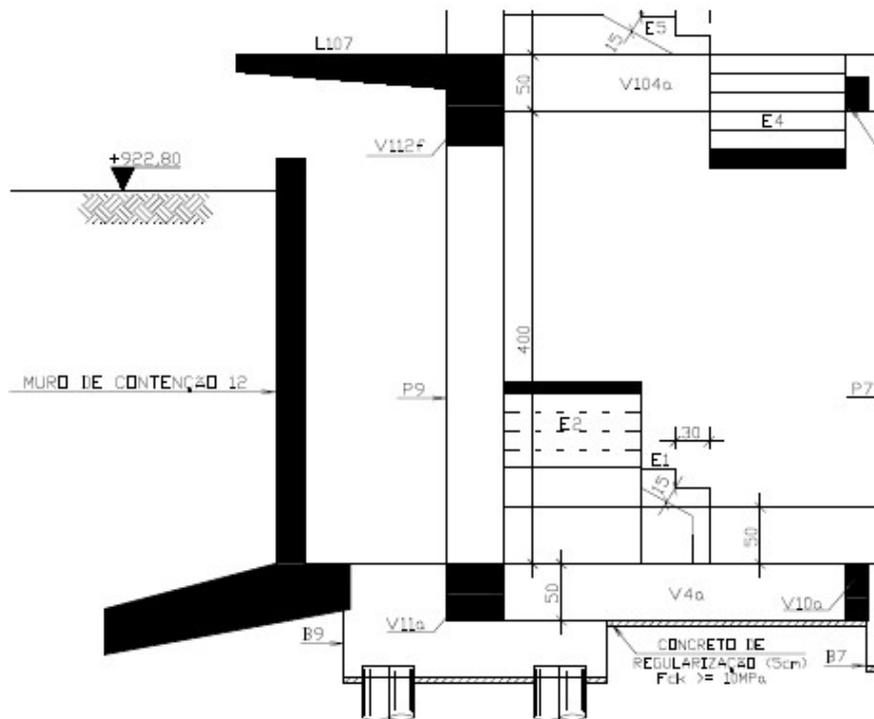
Figura 27 - Detalhamento do sistema de drenagem superficial e subsuperficial.

SISTEMA DE DRENAGEM – DET. TÍPICO
S/ESC (A SER VERIFICADO COM GEOTECNISTA)



Fonte: Projeto estrutural da CGP consultoria e projetos, folha 286.

Figura 28 - Identificação do projeto estrutural do muro de arrimo presente no prédio Norte, Bloco 3, nível 920.



Fonte: Projeto estrutural da CGP consultoria e projetos, folha 18.

A Figura 29 detalha o local do muro de arrimo 12, onde não foi executado o sistema de drenagem superficial especificado em projeto. Na Figura 30, pode-se observar que a drenagem subsuperficial não foi executada de acordo com o projeto, uma vez que a manta geotêxtil está aparente e deveria estar a 50 cm de profundidade, além de que a manta se encontra encostada ao muro de arrimo ao invés de ter sido aplicada separando o solo contido da camada drenante de brita. Outro ponto que se pode observar na imagem é que a parte exposta do muro de arrimo não aparenta ter passado por um processo de impermeabilização.

Figura 29 - Muro de arrimo 12 do prédio norte bloco 3, nível 920.



Fonte: Do autor (2022).

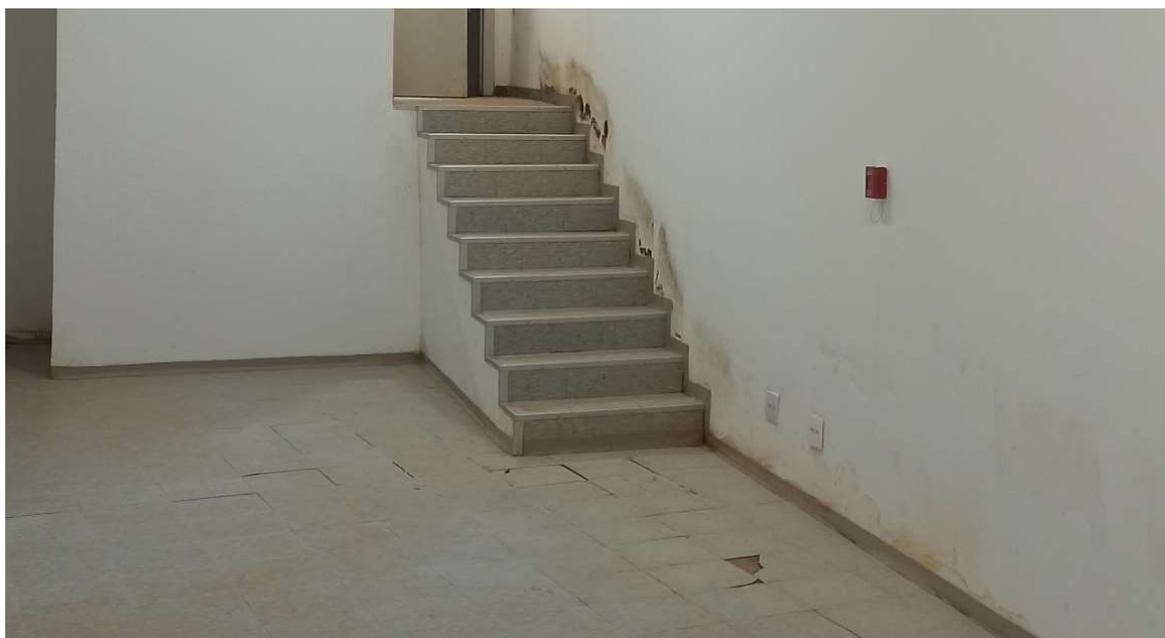
Figura 30 -Aproximação do muro de arrimo 12 do prédio Norte, Bloco 3, nível 920.



Fonte: Do autor (2022).

Na Figura 31 têm-se os pontos de umidade no interior do anfiteatro, ao nível 920, o que se trata de uma estrutura enterrada e cujas suas paredes são compostas por diversos muros de arrimo, dentre eles o muro de arrimo 12, apresentado anteriormente. É possível observar a formação de manchas de umidade e fungos nas paredes, assim como o descolamento do piso vinílico.

Figura 31 - Pontos de umidade na parede do anfiteatro no subsolo, nível 920.



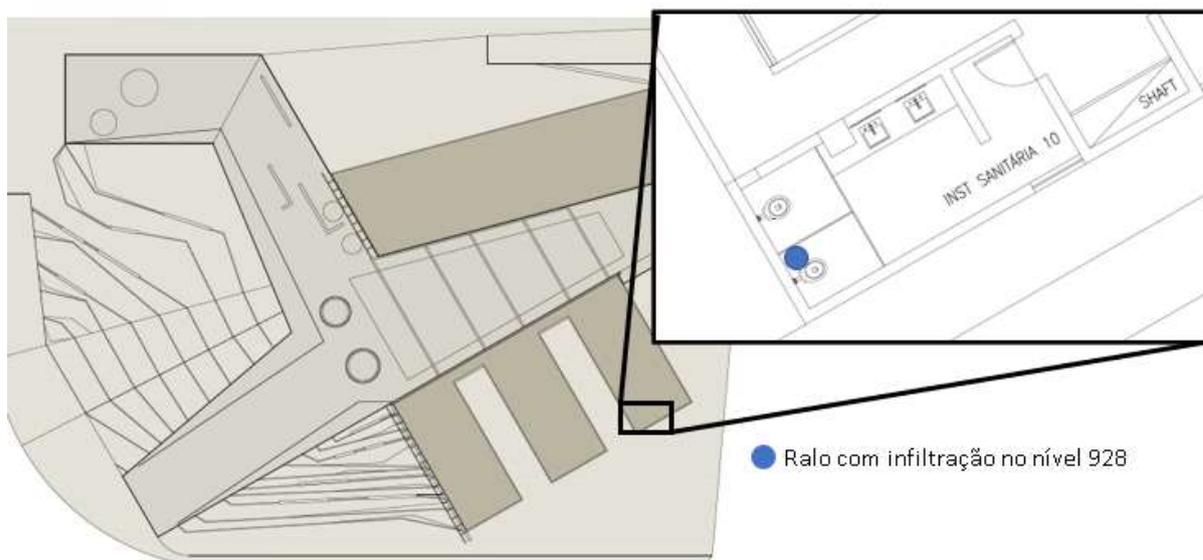
Fonte: Do autor (2022).

Para solucionar as patologias observadas no local, a impermeabilização do muro na face em contato com o solo é o método mais eficiente. No entanto, este se torna o procedimento mais oneroso, visto que o reaterro da estrutura foi realizado e, sendo assim, a melhor escolha seria remover o acabamento interno até que se tenha acesso ao muro de arrimo e realizar a impermeabilização da face interna e do piso, combatendo, assim, a percolação de água.

4.4 Impermeabilização do ralo

Na Figura 32 é possível observar um local cuja infiltração teve origem a partir de um vazamento no ralo do banheiro.

Figura 32 - Localização do ralo que apresenta infiltração do prédio Norte, Bloco 3, nível 928.



Fonte: Adaptação do Projeto arquitetônico da CGP consultoria e projetos.

A Figura 33 apresenta uma vista inferior do referido local de infiltração. Nesta é possível observar que o gotejamento fez com que o forro de gesso aplicado no local fosse totalmente danificado e que, aparentemente, a instalação do ralo não foi realizada de forma adequada, pois o mesmo está fixado por um pedaço de forma de madeira.

Figura 33: Vista inferior do ralo com infiltração do prédio Norte, Bloco 3, nível 928.



Fonte: Do autor (2022).

Na Figura 34 observa-se o ralo do nível inferior à referida infiltração e nela é possível observar que há acúmulo de água nas proximidades, tendo como origem um gotejamento do andar superior. Isto mostra que o vazamento ainda está ativo, visto que o restante do banheiro se encontrava seco no momento da vistoria.

Figura 34 - Umidade no banheiro inferior devido a infiltração no ralo do prédio Norte, Bloco 3, nível 928.



Fonte: Do autor (2022).

A Figura 35 mostra o interior do ralo que apresenta infiltração, onde é possível observar que a impermeabilização do mesmo não foi realizada de acordo com as normas vigentes. Para solucionar a infiltração, deve-se remover o ralo e o revestimento do local executar as etapas corretas de impermeabilização, com o produto impermeabilizante sendo aplicado a, pelo menos, 10 cm no ralo. Também, antes da reinstalação do mesmo, deve-se garantir uma boa fixação, afim de que esse não se desloque e torne aparecer o ponto de infiltração.

Figura 35 - Interior do ralo sem impermeabilização, nível 928.

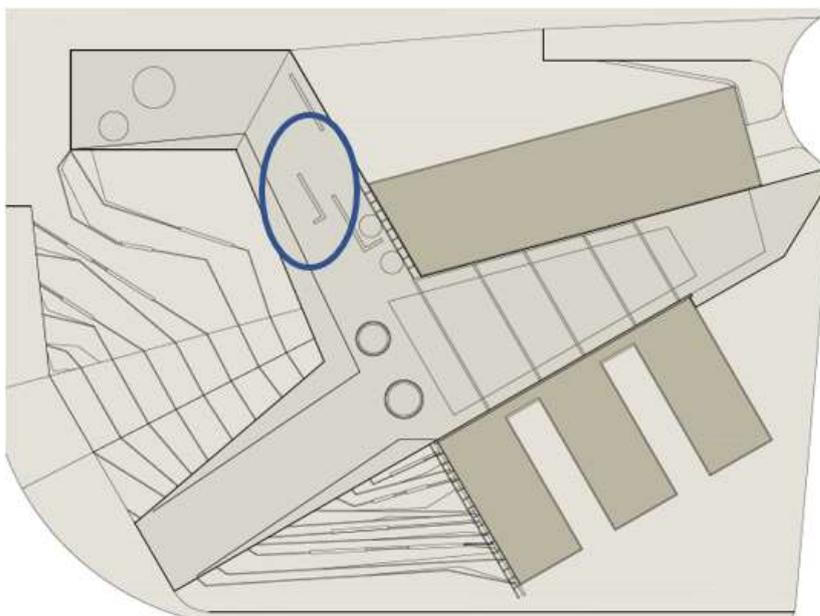


Fonte: Do autor (2022).

4.5 Acúmulo de água devido ao empoçamento

A Figura 36 mostra os locais onde se observaram os acúmulos de água na laje 1.

Figura 36 - Localização dos acúmulos de água presentes na laje 1, nível 924.



Fonte: Adaptação do Projeto arquitetônico da CGP consultoria e projetos.

A Figura 37 mostra a laje 1, na qual fica nítido, pelas das manchas mais escuras em sua superfície, que na ocorrência de chuvas são formadas poças. Isto se deve à falta de planicidade da estrutura e por não apresentar caimento adequado para nenhuma das extremidades.

Figura 37 - Manchas que indicam o acúmulo de água na laje 1, nível 924.

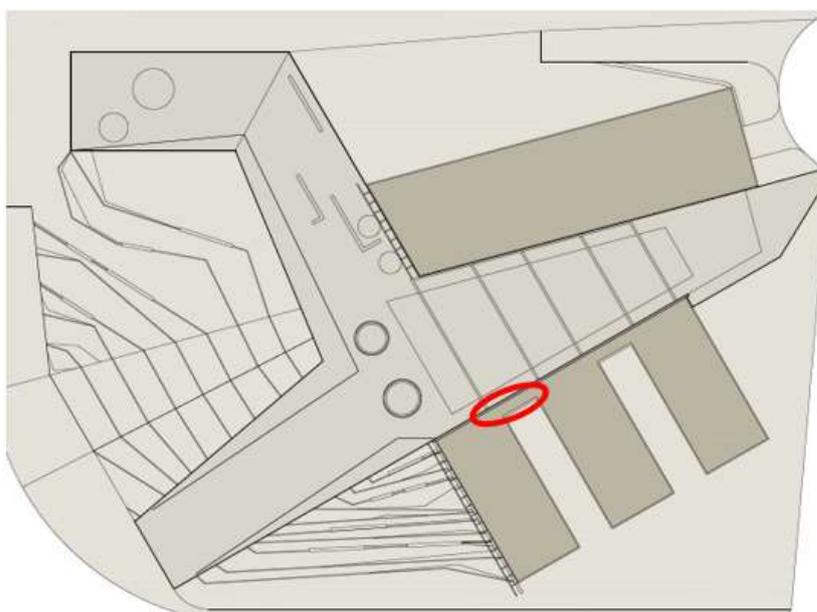


Fonte: Do autor (2022).

Para que não ocorra o acúmulo de água em nenhum ponto da laje é necessário que seja realizado uma regularização sobre a mesma, visando garantir o caimento mínimo de 1% estabelecido pela NBR 9575 (2010), assim como sua impermeabilização, a qual evitaria a ocorrência de infiltrações.

Na Figura 38 tem-se o local onde foi identificado um acúmulo de água no segundo andar (nível 932) do prédio Norte, entre os Blocos 1 e 2. A Figura 39 mostra o local com ocorrência do ponto de acúmulo de água localizado no prédio Norte, entre os Blocos 1 e 2. Isto evidencia que, pela marca escura no canto da parede a regularização da laje foi mal feita, o que fez com que surgisse o referido ponto de acúmulo.

Figura 38 - Localização do acúmulo de água no prédio norte entre os blocos 1 e 2, nível 932.



Fonte: Adaptação do Projeto arquitetônico da CGP consultoria e projetos.

Figura 39 - Ponto de acúmulo de água localizado prédio norte entre os blocos 1 e 2, nível 932.



Fonte: Do autor (2022).

Na ausência de um local para o escoamento dessa água, esta fica retida até que ocorra sua evaporação e, assim, acaba infiltrando nas paredes, causando um dano na parte exterior do guarda corpo, conforme mostrado na Figura 40. Isto indica, também, que não foi realizada a impermeabilização correta no local.

Figura 40 - Parede danificada pelo acúmulo de água localizado prédio Norte, entre os Blocos 1 e 2, nível 932.



Fonte: Do autor (2022).

Para solucionar a patologia do ponto de acúmulo de água e da infiltração, deve-se remover o revestimento e realizar uma nova regularização a fim de se garantir o correto caimento da água para um local de drenagem. Deve-se, também, realizar a impermeabilização da superfície do piso, lembrando que deve-se impermeabilizar as paredes até uma altura de no mínimo 20 cm, antes de recolocar o revestimento.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho analisou-se uma construção de grande porte com o objetivo de identificar as principais patologias relacionadas à impermeabilização, suas causas, manifestações e métodos de correção. Com isso, foi feito um levantamento bibliográfico para determinar os tipos mais comuns de patologia oriundas pela umidade e, em seguida, realizou-se um estudo de caso no Parque Científico e Tecnológico de Lavras. O local para realização do estudo foi determinado pela diversidade de patologias relacionadas à impermeabilização que a edificação apresenta.

Os resultados do trabalho mostraram que o tipo mais comum de patologia na referida edificação está relacionado às juntas de dilatação, sendo causadas pela má execução ou falta de sua impermeabilização, o que possibilita a infiltração de água e causa danos à construção. O processo de impermeabilização das juntas é simples se executado de maneira correta na fase de construção, evita custos adicionais com retrabalho e danos causados pela água.

Outra patologia observada foram as formações de eflorescências em algumas lajes, sendo estas formadas devido à falta de impermeabilização das superfícies expostas a umidade da laje. A origem desse tipo de patologia deve ser tratada de maneira eficaz para evitar que continue progredindo e cause danos estruturais à construção, já que o avanço das eflorescências faz com que o concreto perca resistência.

Um local do prédio onde foi possível identificar grandes danos causados pela impermeabilização incorreta é no anfiteatro do subsolo. Neste, é possível identificar o descolamento do piso, muitas manchas de bolor nas paredes e apodrecimento do forro, todas estas patologias sendo causadas pela umidade. Muitos desses problemas teriam sido evitados com a impermeabilização correta da face da estrutura em contato com o solo durante a fase de construção, porém, como esta não foi executada e a fim de solucionar o problema, a impermeabilização terá que ser realizada na parte interna do muro de arrimo e acima do contrapiso, o que deverá evitar a umidade ascensional e de infiltração.

Também foram observados no prédio pontos de acúmulo de água devido ao piso não apresentar o caimento correto, assim como vazamentos em ralos de banheiro devido à falta de impermeabilização durante a instalação.

Observando todas as patologias identificadas na obra pode-se notar que a maioria, se não todas, poderiam ter sido evitadas realizando um processo de impermeabilização adequado no momento da construção. Para a correção das mesmas, entretanto, o processo será mais trabalhoso e oneroso aos cofres públicos.

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se realizar estudos sobre outras patologias que não estão associadas à impermeabilização e que a referida edificação apresenta. Também pode-se realizar um estudo dos custos estimados para correção das patologias observadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABATTE, V. **Ralo é ponto vulnerável de infiltração**. *Techne*, São Paulo, n71 p.70-71, fev. 2003
- ABERLE, T.; KELLER, A.; ZURBRIGGEN, R. Efflorescence. Mechanisms of formation and ways to prevent. **2º Congresso Nacional de Argamassas para Construção - APFAC**, Lisboa, 2007.
- ABNT **NBR 6575**: impermeabilização – seleção de projeto Rio de Janeiro 2010.
- ABNT **NBR 6574**: execução de impermeabilização Rio de Janeiro 2020.
- ABNT. **NBR 6022**: informação e documentação: artigo em publicação periódica técnica/científica: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- ALMEIDA, M. L. P. **Tipos de pesquisa - Como Elaborar Monografias**. 4 ed. Belém: Cejup, 1996. cap. 4, p.101-110.
- ASCENSÃO, Alfredo et al. **Tratamento da humidade ascensional na Igreja de Vilar de Frades**. *PATRIMÓNIO estudos*, p. 54, 2002.
- BAUER, L. **Materiais de construção**. 5 ed. Ver Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- Casa d'água**. Disponível em:< <http://www.casadagua.com/wp-content/uploads/2014/02/PALESTRA-SISTEMAS-DE-IMPERMEABILIZAcAO.pdf>> Acesso em: 5 ago.2022.
- CECHINEL, Bruna. **Infiltração em Alvenaria estudo de caso em edifício na grande Florianópolis**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC – Florianópolis, 2009.
- CRUZ, J.H.P. **Manifestações patológicas de impermeabilizações com uso de sistema não aderido de mantas asfálticas: avaliação e análise com auxílio de sistema multimídia**. 168f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFRGS, Porto Alegre, 2003.
- CUNHA, Alessandra. M.; ABITANTE, André. L.; LUCIO, Caroline. S.; AL., et. **Construção Civil**. Porto Alegre: SAGAH, 2017.
- EDRA, A. L. G. **Estudo da Formação e Controlo do Fenómeno Eflorescência**. 92f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia do Porto, Portugal, 2008.
- GRANATO, J.E. **Patologia das fachadas revestidas de cerâmica e granito**. São Paulo: Viapol, 2005.
- HELENE, P.; PEREIRA, F. **Rehabilitación y Mantenimiento de Estructuras de Concreto**, Patrocinio: Sika, São Paulo, 2007.
- MACAN, M. L.; SONAGLI. A. L. **Estudos de patologias da impermeabilização: Infiltrações**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2015.

METHA, P.; MONTEIRO, P., **Microestrutura, Propriedades e Materiais**, 4ª Edição. Ibracon. São Paulo, 2014.

OLIVEIRA, T. V. M. **Avaliação das causas e consequências das patologias dos sistemas impermeabilizantes – Um estudo de caso**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Guaratinguetá. Guaratinguetá, 2015.

RIGHI, V. G. **Estudos dos sistemas de impermeabilização: Patologias, prevenções e correções – Análise de casos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

SANTOS, P.; SILVA FILHO, A. **Eflorescência: causas e consequências**. Salvador: [s.n.], 2008

DOMINGUES, P. C. **Indicações para projetos de muros de arrimo em concreto armado**. Dissertação (Mestrado) - Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Carlos – SP. São Carlos, p. 109. 1997.

Sistemas de Impermeabilizações (Ênfase em manta asfáltica). Revista de Iniciação Científica da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v.5, n. 1, 2015, p. 42-57.

SOARES, F. F. **A importância do projeto de impermeabilização em obras de construção civil**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

Ferreira, C. **Sistemas de Impermeabilização: O Que é E Para Que Serve a Manta Asfáltica na Construção Civil? – Impermeabilização**, 2019, Disponível em: impermeabilizacao.komercialize.com.br/Post/73/sistemas-de-impermeabilizacao-o-que-e-e-para-que-serve-a-manta-asfaltica-na-construcao-civil>. Acesso em: 6 ago. 2022.

PIRONDI, Zeno. **Manual Prático da Impermeabilização e de Isolação Térmica**. IBI/PINI, 2ª Edição, São Paulo, Brasil, 1992.

SOUZA, F. M. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2008.

SILVA, F. B. D. **Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil**. *Téchne*, n. 174, setembro 2011

THOMAS, Ercio. **Requisitos técnicos e operacionais visando a qualidade na construção de edifícios**. Dissertação de Doutorado em Engenharia de Construção Civil – Escola politécnica de São Paulo, São Paulo, 1999

UEMOTO, K.L., **Patologia: Danos causados por eflorescência**, Tecnologia de Edificações, Pini, IPT São Paulo, 1988.

VIAPOL. **Curso: Formação de Mão de Obra (FMO) Sistema de Mantas Asfálticas e Sistema Autocolante**, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.viapol.com.br/media/211895/apostila-fmo_fechado_mantas_final_2016compressed.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2022.