



MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E VÍCIOS CONSTRUTIVOS EM SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE LAJE DE COBERTURA

BRANDÃO, Cláudio Matheus Morais (1); JESUS, Sylvia Regina Corrêa Brant Pereira (2); CORTIVO, Nélvio Dal (3)

(1) Universidade Católica de Brasília, claudiomatheus21@gmail.com

(2) Universidade Católica de Brasília, sylviaarcbrant@gmail.com

(3) nelviodc@yahoo.com.br

RESUMO

As manifestações patológicas são retratadas na construção civil como falhas e imperfeições que se apresentam nas edificações. Muitas das vezes, a ocorrência dessas manifestações está diretamente associada aos vícios construtivos ocorridos durante a execução da edificação. Tal cenário pode comprometer a construção, seja nos aspectos estético e funcional, seja reduzindo a sua vida útil. Diante disso, a presente pesquisa teve por objetivo identificar, discutir e analisar as manifestações patológicas e os vícios construtivos ocorridos no sistema de impermeabilização da laje de cobertura de um edifício público em Brasília – DF. Por meio de investigações e de levantamentos de dados, constatou-se que as manifestações patológicas verificadas foram fissuras e trincas na camada de proteção mecânica de toda a laje de cobertura, com degradação da camada de proteção mecânica e afloramento da camada de proteção térmica, sendo ambas as camadas partes constituintes do sistema de impermeabilização. Com relação aos vícios construtivos, foi apurado que tais camadas não foram executadas conforme as especificações do projeto, apresentando diversas falhas relacionadas à execução e ao acabamento das etapas do serviço. Dessa maneira, foram propostas soluções corretivas para os problemas apresentados, visando à viabilidade técnico-executiva e à eficácia do sistema de impermeabilização implantado.

Palavras-chave: Manifestações patológicas. Vícios construtivos. Laje de cobertura. Sistema de Impermeabilização.

ABSTRACT

Pathological manifestations are portrayed in civil construction as faults and imperfections verified in buildings. Often, the occurrence of these manifestations is directly associated with the constructive defects occurred during the execution of the building. This scenario can compromise construction, whether in aesthetic and functional aspects, or by reducing its service life. In view of this, the goal of this research was to identify, discuss and analyze pathological manifestations and constructive defects occurred during the execution of the waterproof system of a public building roof slab in Brasília – DF. With investigation and data surveys, it was verified that the pathological manifestations were fissures and cracks in the mechanical protection layer of the entire roof slab, with degradation of the mechanical protection layer and outcrop of the thermal protection layer, being both layers parts of the waterproof system. Analyzing the constructive defects, it could be verified that these layers were not executed according to the design specifications, and consequently presented several discrepancies related to the execution and finishing stages. Thus, corrective solutions were proposed for the problems presented, aiming at the technical and executive viability of the project, in addition to the effectiveness of the waterproof system implemented.

Keywords: Pathological manifestations. Constructive defects. Roof slab. Waterproof system.

1 INTRODUÇÃO

As lajes de cobertura de uma edificação podem ser citadas como partes vulneráveis da estrutura, haja vista a constante exposição a chuvas e as condições climáticas adversas a que ficam sujeitas.

Assim sendo, quando feita de maneira apropriada, a impermeabilização se torna uma alternativa para reduzir problemas futuros decorrentes da degradação precoce das estruturas, sendo possível assim proteger e ampliar a vida útil das construções.

Entretanto, comumente se observa que os sistemas de impermeabilização são negligenciados, o que ocasiona o aparecimento de uma série de manifestações patológicas advindas, muitas vezes, de vícios construtivos.

Em um estudo feito por Pina (2013), é mostrado que 7,5% das manifestações patológicas apresentadas nas edificações são relacionadas à impermeabilização, e, segundo Barbosa (2018), 68% dessas manifestações patológicas em impermeabilização estão ligadas a falhas de projeto e de execução.

Desse modo, considerando a problemática apresentada, tem-se como objetivo geral identificar, discutir e analisar as manifestações patológicas e os vícios construtivos que ocorreram durante a execução, em manutenção preventiva, das camadas superficiais do sistema de impermeabilização da laje de cobertura de um edifício público situado em Brasília – Distrito Federal.

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Identificar e caracterizar as manifestações patológicas encontradas no local estudado;
- Apontar as causas para ocorrência destas manifestações patológicas;
- Indicar os vícios construtivos constatados;
- Propor soluções corretivas para as manifestações patológicas identificadas.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Objeto de estudo

O objeto de estudo desta pesquisa é a laje de cobertura, de aproximadamente 7.000 m², de um edifício governamental localizado em Brasília – Distrito Federal, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Laje de cobertura – Edifício Público, Brasília - DF.



Fonte: GOOGLE (2019), adaptado.

Conforme informação obtida junto ao órgão público, ao término da vida útil do sistema de impermeabilização anterior, foi implementado, de maneira preventiva, um novo sistema por toda a área de cobertura da laje em estudo.

A impermeabilização adotada consistiu na aplicação de manta asfáltica, um sistema flexível e produzido a partir de asfaltos modificados (OLIVEIRA, 2015).

2.2 Metodologia

O levantamento de dados para o caso de estudo foi realizado junto ao órgão público, que disponibilizou arquivos com informações sobre a investigação realizada.

A equipe de fiscalização do órgão público fez a retirada de corpos de provas em toda a área impermeabilizada para verificar se a espessura da camada de proteção mecânica do sistema de impermeabilização estava conforme a especificada em projeto.

Foi verificada também a declividade em diversos pontos da laje para averiguar se estava de acordo com o projeto, bem como se o caimento estava direcionado para as calhas.

Juntamente às investigações anteriores, foi feita uma investigação nos cortes das juntas da proteção mecânica de modo a aferir a conformidade com o proposto em projeto.

Por fim, com o auxílio de uma câmera termográfica, observou-se como as placas de poliestireno expandido (EPS) foram dispostas na camada de proteção térmica, para comparação com as prescrições de projeto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Manifestações patológicas

3.1.1 Trincas e fissuras na camada de proteção mecânica

Verificou-se a presença de trincas e fissuras em grande parte das placas da camada de proteção mecânica que compõem o sistema de impermeabilização da laje de cobertura. Em outubro de 2017, poucos meses após a finalização do serviço de impermeabilização, 778 placas encontravam-se trincadas e/ou fissuradas, correspondendo a 55% de toda a área executada. Em maio de 2019, essas manifestações patológicas atingem 1.323 placas, o equivalente a 93% da área total. As trincas e fissuras são ilustradas nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Trincas e fissuras generalizadas.



Fonte: O AUTOR (2019).

Figura 3 – Trincas e fissuras ao longo das placas.



Fonte: O AUTOR (2019).

3.1.2 Degradação da camada de proteção mecânica

Em diversos pontos da laje de cobertura, foi observada a degradação da proteção mecânica, como mostrado na Figura 4. Em algumas regiões, a degradação provocou o esfrelamento da argamassa, como exposto na Figura 5.

Figura 4 – Degradação da argamassa constituinte da proteção mecânica.



Fonte: O AUTOR (2019)

Figura 5 – Esfarelamento da argamassa constituinte da proteção mecânica.



Fonte: O AUTOR (2019)

3.1.3 Afloramento da camada de proteção térmica – Poliestireno Expandido (EPS)

O afloramento da camada de proteção térmica também foi uma das manifestações patológicas encontradas. Em alguns trechos da laje, foi constatado que a espessura da camada de proteção mecânica era de apenas 2,0 mm, o que acarretou a rápida degradação das placas e consequente afloramento da proteção térmica. Nas Figuras 6 e 7, mostram-se algumas regiões em que há o afloramento de poliestireno expandido.

Figura 6 – Afloramento no vértice da placa da proteção térmica



Fonte: O AUTOR (2019)

Figura 7 – Afloramento da proteção térmica na região central da placa



Fonte: O AUTOR (2019)

3.2 Vícios construtivos

3.2.1 Avaliação da espessura da camada de proteção mecânica

No projeto executivo do sistema de impermeabilização da laje em estudo, previa-se a espessura da proteção mecânica em 4 cm. Desta forma, para a verificação de tal dado, foram avaliadas 193 amostras da camada de proteção mecânica, em pontos representativos de toda a área impermeabilizada.

Assim sendo, foram feitas análises estatísticas para se avaliar a espessura da proteção mecânica da laje. Na Tabela 1, é mostrada a descrição estatística das amostras avaliadas.

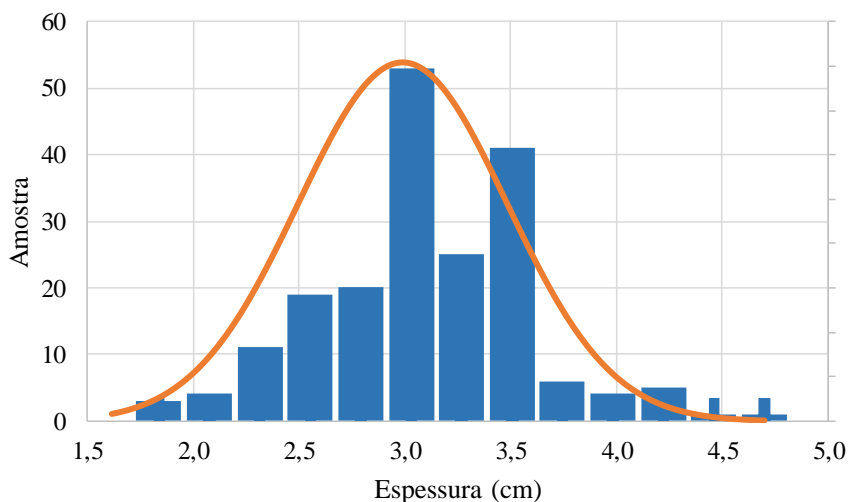
Tabela 1 – Descrição estatística da amostragem

Nº de Amostras	Espessura Mínima	Espessura Máxima	Média das Espessuras	Moda das Espessuras	Desvio Padrão
193	1,6	4,7	3,0	3,0	0,5

Fonte: O AUTOR (2019)

Por meio dos dados da Tabela 1, foi possível realizar a distribuição de frequência feita a partir da amostragem coletada. Essa distribuição de frequência é mostrada graficamente na Figura 8 por meio do histograma e da curva de distribuição normal.

Figura 8 - Histograma e curva de distribuição normal da amostragem



Fonte: O AUTOR (2019)

Analisando a Figura 8, pode-se observar que a maior incidência de espessura encontrada está em torno de 3 cm, concordando também com os valores de média e de moda apresentadas na Tabela 1. Portanto, pode-se afirmar que a espessura média da laje ficou em 3,0 cm, 25% abaixo da espessura especificada em projeto. Yazigi (2006) relata que,

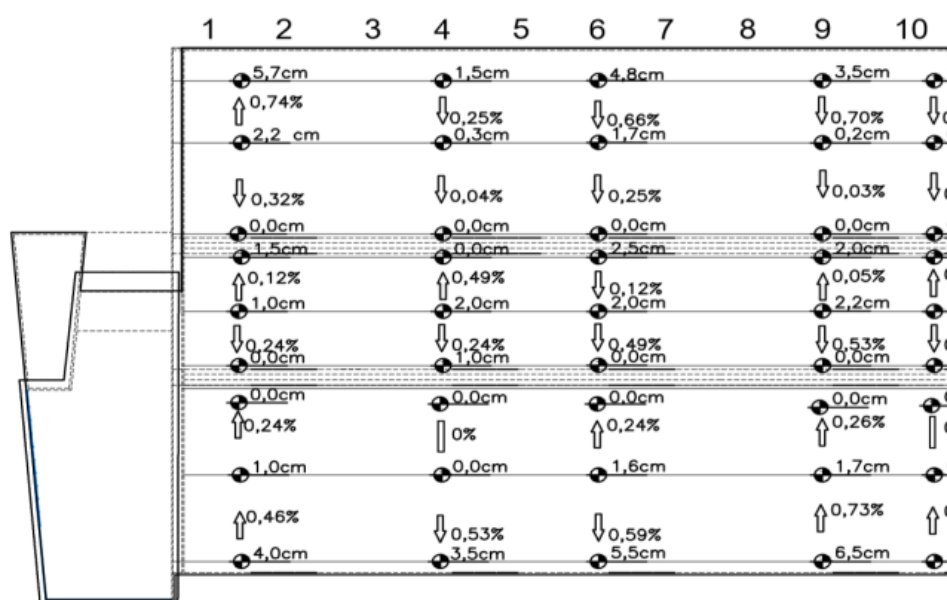
quando em argamassa de cimento e areia, que é o caso deste estudo, a proteção mecânica deve ter espessura mínima de 4 cm.

3.2.2 Avaliação da declividade da laje de cobertura

No projeto executivo do sistema de impermeabilização da laje em estudo, previa-se um caimento constante de 1% na direção das calhas.

Entretanto, ao se levantar a cota em diversos pontos da laje, verificou-se a não uniformidade do caimento, sendo que determinadas regiões apresentaram inclinação bem abaixo de 1%. Em alguns pontos, o caimento encontra-se invertido em relação às calhas. A irregularidade no caimento verificada em determinada região da laje de cobertura é mostrada na Figura 9.

Figura 9 - Irregularidade no caimento da laje de cobertura



Fonte: O AUTOR (2019)

Por meio do caimento de 1%, é possível que a água escoe rapidamente para os coletores de água pluvial. Nas regiões com caimento inferior a 1% e/ou caimento invertido, a água tende a permanecer por mais tempo sobre a cobertura e diminuir a eficiência do sistema de drenagem.

3.2.3 Avaliação das placas de proteção mecânica

Conforme o projeto de execução do sistema de impermeabilização, as placas da proteção mecânica devem possuir dimensões 2,0 m x 2,0 m, com juntas de dilatação de 2,5 cm. No entanto, verificou-se que as juntas de dilatação não foram executadas e que as placas foram realizadas com cortes de 2,0 m x 2,5 m.

A falta de juntas de dilatação em lajes de cobertura pode causar grandes fissuras horizontais e comprometer o sistema de impermeabilização devido

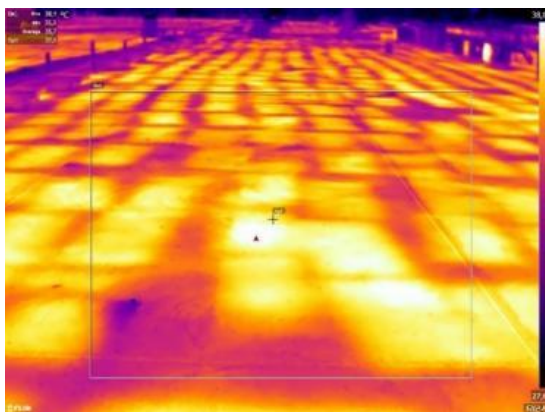
à dilatação e à contração da estrutura (FIBERSALS, 2019). O tamanho das placas também é um fator contribuinte para a ocorrência de trincas e fissuras na proteção mecânica, pois placas maiores podem aumentar as chances de surgimento de fissuras não coincidentes com as juntas do pavimento.

Além disso, verificou-se que o corte para formação das placas foi realizado por volta do 14º dia após o lançamento da argamassa. Téchne (2013) recomenda que o corte seja feito logo após a pega, mais especificamente 15 horas após a concretagem. O objetivo é justamente evitar que a dilatação que ocorre durante a cura da argamassa leve à formação de fissuras no piso.

3.2.4 Avaliação das placas de EPS

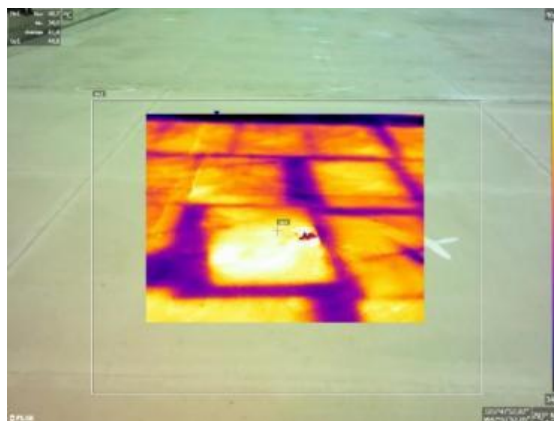
O projeto de impermeabilização estabelece que as placas de EPS devem ser justapostas ao longo de toda a superfície impermeabilizada. Contudo, com o auxílio da câmera termográfica, foi possível constatar que as placas de EPS foram dispostas de forma separada, chegando a até 35cm de afastamento entre elas. São mostradas nas Figuras 10 a 11 a disposição das placas de EPS. As regiões mais claras nas fotos são as placas de poliestireno expandido e as regiões de cores mais escuras são aquelas com ausência de EPS.

Figura 10 - Imagem termográfica geral da laje de cobertura.



Fonte: O AUTOR (2019)

Figura 11 – Vazios na camada de proteção térmica e placas desalinhadas



Fonte: O AUTOR (2019)

A distribuição não uniforme das placas pode ser fator contribuinte para a ocorrência das fissuras e trincas na proteção mecânica, na intensidade em que ocorreram, pois as resistências e os gradientes de temperatura dos materiais são diferentes.

3.2.5 Avaliação da proteção térmica nas adjacências das bordas das calhas

De acordo com o detalhamento do projeto, o fim da proteção mecânica deveria ocorrer próximo à borda da calha e a proteção térmica deveria envolver toda ela. Observou-se, porém, que a camada de isolamento térmico está distante das bordas das calhas, como ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Proteção térmica e mecânica distante da borda da calha



Fonte: O AUTOR (2019)

Essa descontinuidade pode ter sido responsável pelo surgimento de diversas fissuras e trincas na região adjacente às calhas.

3.2.6 Avaliação do acabamento da superfície das juntas

Em alguns locais, as juntas de dilatação e as de concretagem foram executadas com acabamento insatisfatório, mostrado nas Figuras 13 e 14.

Figura 13 – Juntas de dilatação com fissuras à sua volta e acabamento insatisfatório



Fonte: O AUTOR (2019)

Figura 14 – Junta de concretagem com falha na aderência



Fonte: O AUTOR (2019)

Esses pontos podem se tornar preferenciais para a ocorrência de vazamentos ao longo da vida útil do sistema de impermeabilização.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Pode-se inferir que as manifestações patológicas verificadas estão relacionadas aos vícios construtivos e à execução em desconformidade com o projeto executivo.

Tais manifestações patológicas, além de comprometerem a edificação no aspecto estético e visual, também comprometem o sistema de impermeabilização no aspecto funcional e na sua vida útil, pois tendem a reduzir sua durabilidade.

As trincas e fissuras presentes em toda a cobertura fazem com que a camada de proteção mecânica fique sujeita a ataques de agentes agressivos como água, gás carbônico e oxigênio, que apresentam potencial para reagir com os elementos da argamassa e da manta asfáltica, degradando-os e tornando-os ineficazes para os fins desejados.

Com a camada de proteção mecânica se tornando ineficiente, a camada de isolamento térmico, logo abaixo, também fica exposta às intempéries. Na sequência, todas as outras camadas do sistema de impermeabilização também são afetadas, tendo sua vida útil reduzida de forma acelerada.

No tocante à reparação das manifestações patológicas apresentadas, uma análise técnica é necessária para indicar o tratamento adequado para os problemas citados. Entretanto, novas tecnologias associadas ao uso de produtos químicos, como resinas e membranas poliméricas, epóxi e resinas e membranas acrílicas, se destacam no tratamento de trincas e de fissuras em lajes.

Sahade (2018) relata que o uso de membranas acrílicas para tratamento dessas manifestações patológicas em coberturas aumentou, sendo a membrana aplicada como pintura e reforçada com telas de poliéster. No entanto, neste estudo de caso, o uso da membrana acrílica não seria o mais indicado, uma vez que as manifestações patológicas apresentadas não se restringem à camada de proteção mecânica; os problemas acontecem desde a camada de proteção térmica. Além disso, muitas vezes, o custo para reparar é tão alto, devido ao estado de degradação da estrutura, que fica inviável tal ação, sendo mais vantajoso economicamente refazer todo o serviço, como sugere Savoi (2018).

Dessa maneira, a substituição das camadas de proteção mecânica e de isolamento térmico da laje de cobertura conforme as especificidades de execução do projeto seria a medida mais indicada a se adotar.

Recomenda-se ainda realizar o reforço da argamassa, por meio da incorporação de armadura de aço à camada de proteção mecânica com o intuito de aumentar a resistência a fissuras de retração (YAZIGI, 2006).

Com relação a declividade da laje de cobertura, é sugerido que seja refeita a camada de regularização existente, utilizando o concreto celular por exemplo, comumente utilizado para nivelamento de lajes (PEREIRA, 2018). Por meio dessa camada, os problemas correlatos a deficiência de caimento da superfície da laje, que apresentou declividade inferior a 1% em diversas regiões, poderiam ser corrigidos.

5 CONCLUSÃO

O principal objetivo da presente pesquisa foi identificar, discutir e analisar as manifestações patológicas e os vícios construtivos ocorridos em uma obra de impermeabilização na laje de cobertura de um edifício público situado em Brasília – Distrito Federal. Nesse sentido, alguns levantamentos e investigações foram realizados para que o estudo pudesse ser desenvolvido.

Por meio de análise in loco, as manifestações patológicas identificadas foram: fissuras e trincas generalizadas, encontradas em 93% da superfície da laje em estudo; degradação da camada de proteção mecânica; afloramento da camada de isolamento térmico. Todas essas manifestações patológicas estão atreladas aos vícios construtivos constatados no estudo de caso.

Foi comprovado que a espessura da camada de proteção mecânica está abaixo do especificado no projeto executivo, além de não possuir armadura metálica em sua composição. Dessa forma, acredita-se que estes fatores contribuíram para a degradação da proteção mecânica e para o afloramento das placas de EPS.

Além disso, os quadros da proteção mecânica foram executados com um tamanho superior ao previsto em projeto, fato que pode ter colaborado para o surgimento das fissuras e trincas pela superfície da laje. Somado a isso, tem-se a má execução da camada de proteção térmica, seja na distribuição não uniforme das placas de EPS, seja no acabamento insatisfatório da camada.

Outro ponto analisado foi a declividade da laje de cobertura: constatou-se que o caimento é irregular em diversos pontos da área de estudo. Este fato, assim como as demais manifestações patológicas e os vícios construtivos relatados, favorece para a ineficiência do sistema de impermeabilização proposto.

Assim sendo, a ação principal sugerida para a correção dos problemas apurados foi a substituição de toda a camada de proteção térmica e de proteção mecânica. Ademais, sugeriu-se a inserção de armadura de aço à proteção mecânica, assim como a implementação de uma nova camada de regularização, com o intuito de corrigir a declividade da laje. Todas as sugestões propostas foram pensadas levando-se em

consideração tanto o ponto de vista técnico-executivo quanto a eficácia do sistema de impermeabilização implementado.

Por tudo o que foi explorado neste trabalho, verifica-se a importância de se executar uma obra de engenharia da maneira mais correta possível. Os prejuízos decorrentes da má gestão e má execução de uma obra podem variar desde econômicos a danos severos a diversas partes da estrutura de uma edificação. Portanto, a exposição dos problemas tratados na presente pesquisa contribui de maneira a apresentar problemas nocivos e prejudiciais que podem surgir quando da má execução de um sistema de impermeabilização em laje de cobertura.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, R. M. E. **Patologia da Impermeabilização de edificações: aspectos técnicos e metodológicos**. 2018. 211 f. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
- FIBERSALS. **Juntas de dilatação e os efeitos das variações climáticas nas estruturas**. Disponível em: <<https://fibersals.com.br/blog/juntas-de-dilatacao-e-os-efeitos-das-variacoes-climaticas-nas-estruturas/>>. Acesso em: 25 maio 2019.
- OLIVEIRA, M. V. T. **Avaliação das causas e consequências das patologias dos sistemas impermeabilizantes – um estudo de caso**. 2015. 80 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, São Paulo, 2015.
- PEREIRA, C. **O que é concreto celular?** Escola Engenharia, 2018. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/concreto-celular/>>. Acesso em: 20 maio 2019.
- PINA, G. L. **Patologia nas habitações populares**. 2013. 102 f. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- SAHADE, R. **Patologias entre alvenaria e lajes de cobertura demandam atenção**. AECWeb, 2018. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/patologias-entre-alvenaria-e-lajes-de-cobertura-demandam-atencao_16723_10_9>. Acesso em: 20 maio 2019.
- SAVOI, R. **Como identificar e tratar patologias nas estruturas de concreto?** Inbec, 2018. Disponível em: <<https://inbec.com.br/blog/como-identificar-tratar-patologias-estruturas-concreto>>. Acesso em: 20 maio 2019.
- TÉCHNE. **Conheça as especificações técnicas de pisos industriais de alta resistência com fibras de aço**. Artigo técnico. Disponível em: <techne17.pini.com.br/engenharia-civil/197/artigo294217-4.aspx>. Acesso em: 20 maio 2019.
- YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. São Paulo: Editora Pini, 2006.