



2025

ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAREDES DE CONCRETO ARMADO. SINTESE DO MÉTODO CONSTRUTIVO E TRATAMENTO APLICADO A UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL EM CAMPO GRANDE, MS.

Mariany Vieira Camargo Barreto¹; Munir Mohamed Kassab²;

¹Aluna de Graduação em Engenharia Civil, mariany.vieira@ufms.br

²Professor Orientador da UFMS - FAENG, munir.kassab@ufms.br

Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Av. Costa e Silva, s/nº | Bairro Universitário | 79070-900 | Campo Grande, MS, Brasil

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo identificar e analisar as manifestações patológicas mais recorrentes em paredes de concreto armado moldadas in loco, com ênfase nas fissuras, por se tratar de falhas comuns nesse tipo de sistema construtivo. Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica abordando os aspectos teóricos das patologias, seus mecanismos de surgimento, métodos de identificação e possíveis formas de tratamento. Em seguida, desenvolveu-se um estudo de caso em um empreendimento residencial localizado em Campo Grande/MS, no qual foram realizadas inspeções visuais, medições com fissurômetro e mapeamento das fissuras. A análise técnica, conduzida por engenheiros da construtora, apontou que as fissuras observadas eram do tipo passivas, originadas principalmente pela retração plástica do concreto, intensificada por falhas no processo de cura das paredes. Com base nesse diagnóstico, adotou-se como solução corretiva a aplicação de emulsão polimérica elastomérica impermeabilizante, técnica adequada para o selamento de fissuras passivas. Os resultados obtidos demonstraram a eficácia do método aplicado, contribuindo para a durabilidade da estrutura e a preservação do desempenho funcional da edificação. O trabalho reforça a importância de uma abordagem técnica criteriosa na identificação e tratamento das manifestações patológicas, bem como da adoção de boas práticas de execução para prevenir danos futuros.

Palavras-chave: Paredes de concreto armado. Fissuras. Retração plástica. Tratamento corretivo. Estudo de caso.

ABSTRACT

This study aims to identify and analyze the most recurrent pathological manifestations in cast-in-place reinforced concrete walls, with an emphasis on cracks, as they are common failures in this type of construction system. Initially, a bibliographic review was conducted, addressing the theoretical aspects of pathologies, their mechanisms of origin, methods of identification, and possible treatment solutions. Subsequently, a case study was carried out in a residential development located in Campo Grande/MS, where visual inspections, crack width measurements using a crack gauge, and crack mapping were performed. The technical analysis, conducted by engineers from the construction company, indicated that the observed cracks were passive in nature, mainly caused by plastic shrinkage of the concrete, intensified by deficiencies in the wall curing process. Based on this diagnosis, the chosen corrective solution was the application of an elastomeric waterproof polymer emulsion, a suitable technique for sealing passive cracks. The results demonstrated the effectiveness of the applied method, contributing to the structure's durability and the preservation of the building's functional performance. This study reinforces the importance of a thorough technical approach in identifying and treating pathological manifestations, as well as the adoption of good construction practices to prevent future damage.

Keywords: Reinforced concrete walls. Cracks. Plastic shrinkage. Corrective treatment. Case study.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil tem sido um pilar fundamental no desenvolvimento das infraestruturas modernas, e entre os diversos métodos construtivos utilizados, o uso de paredes de concreto armado se destaca pela sua robustez e durabilidade. Estas paredes são empregadas em uma variedade de edificações, desde residências unifamiliares até grandes estruturas comerciais e industriais.

Segundo a NBR 16055 (ABNT, 2022), as paredes de concreto são elementos estruturais autoportantes, moldadas no local, com comprimento maior que dez vezes sua espessura e capaz de suportar carga no mesmo plano da parede.

Contudo, apesar de suas vantagens, as paredes de concreto não estão imunes à problemas patológicos que podem comprometer sua integridade e desempenho ao longo do tempo.

A “Patologia das Estruturas” é o ramo da Engenharia que estuda as origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas.

O termo “patologia”, que é o tema central deste trabalho, vem do grego “*pathos*” (doença) e “*logia*” (ciência ou estudo). Na construção civil, pode-se associar a palavra patologia aos danos ocorridos nas edificações, cuja manifestação por meio de fissuras, trincas, carbonatação, eflorescência, infiltração, corrosão das armaduras, dentre outras, são algumas das manifestações patológicas mais comuns de serem encontradas.

Cada uma dessas patologias possui causas e consequências específicas, sendo que a sua correta identificação, prevenção e tratamento, são essenciais para garantir a longevidade e a segurança das estruturas.

No contexto das patologias associadas às paredes de concreto armado moldadas in loco, é importante destacar que as falhas podem ser atribuídas a uma série de fatores, incluindo desde erros de projeto, deficiências nos materiais utilizados, condições inadequadas durante a execução da obra e até mesmo fatores ambientais e de utilização.

De acordo com Souza (2020), os problemas de deterioração da estrutura e de seus materiais componentes decorrem, em grande parte, de um projeto inadequado e de sua execução.

Os problemas patológicos não se restringem apenas às estruturas consideradas antigas, estruturas novas, bem projetadas e bem executadas, também podem apresentar desempenho insatisfatório. Porém, com o aumento gradual dos conhecimentos técnicos-científicos dos processos destrutivos existentes, juntamente com a evolução tecnológica presentes em novos equipamentos, ficou possível diagnosticar, com grande precisão, a maioria dos problemas patológicos existentes.

De acordo com a NBR 16747 (ABNT, 2020), qualquer semelhança relacionada ao processo de degradação do sistema construtivo por intermédio dos materiais e componentes que reduzem o desempenho da edificação pode ser classificada como sendo uma manifestação patológica.

Sendo o engenheiro o profissional legalmente responsável pela edificação, é fundamental que esteja atento a quaisquer indícios de anomalias estruturais. Tais manifestações podem surgir de forma rápida ou desenvolver-se gradualmente ao longo do tempo, exigindo monitoramento constante e intervenções adequadas sempre que necessário (Silva, 2020).

A partir da introdução relativa ao tema, este trabalho propõe-se a identificar as principais manifestações patológicas recorrentes em paredes de concreto armado moldadas in loco, com destaque para as fissuras, por serem as mais comuns nesse tipo de estrutura. Além disso, buscou-se apontar as principais causas associadas ao seu surgimento, abordar brevemente as medidas preventivas disponíveis e apresentar as soluções usualmente empregadas nos tratamentos corretivos.

Como parte inicial do trabalho, uma sintética pesquisa bibliográfica relativa ao tema foi realizada. Consulta a livros, revistas especializadas que tratam do tema, artigos técnicos-científicos, teses, dissertações e monografias, além de sites da internet, foram também pesquisados e devidamente referenciados no item bibliográfico.

Foi realizada uma visita técnica a um edifício residencial em que se utilizou esse sistema construtivo. Nele pôde-se identificar o problema patológico mais comum atuante, as principais fontes causadoras e os principais tratamentos disponíveis, comumente empregados pelos profissionais responsáveis pelo reparo.

2. DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

A construção civil brasileira tem adotado, ao longo dos anos, diferentes sistemas construtivos para a execução de elementos verticais, entre os quais se destacam a alvenaria convencional e o sistema de paredes de concreto armado moldadas no local. Ambos apresentam características distintas, com vantagens e limitações que influenciam diretamente o custo, a durabilidade, o desempenho e a produtividade da obra.

A alvenaria convencional é composta por elementos como blocos cerâmicos ou de concreto unidos por argamassa, podendo ser do tipo estrutural ou apenas de vedação. Trata-se de um sistema tradicional, amplamente utilizado no país, que oferece boa flexibilidade em reformas e ampliações. No entanto, sua execução depende fortemente da mão de obra e está sujeita a maiores variações na qualidade, além de gerar maior quantidade de resíduos.

Por outro lado, o sistema de paredes de concreto moldadas in loco consiste na execução monolítica de painéis estruturais verticais em concreto armado, diretamente no canteiro de obras, utilizando formas metálicas. Esse sistema elimina a necessidade de alvenaria de vedação e possibilita a integração entre estrutura e fechamento, conferindo maior agilidade à execução, redução de desperdícios e melhor padronização da obra.

Apesar das vantagens produtivas e da maior racionalização construtiva, o sistema de paredes de concreto exige alto controle tecnológico, desde o projeto até a execução. Detalhamentos inadequados, falhas na cura do concreto e ausência de juntas de dilatação, por exemplo, podem comprometer o desempenho da estrutura e favorecer o surgimento de manifestações patológicas, como as fissuras — foco principal deste estudo.

Assim, a escolha entre os dois sistemas deve considerar fatores técnicos, econômicos e funcionais, além das características específicas do empreendimento. O avanço na industrialização da construção civil tem favorecido a adoção de soluções como as paredes moldadas in loco, principalmente em empreendimentos residenciais de médio e grande porte, exigindo, por outro lado, capacitação técnica e atenção a aspectos construtivos que garantam a durabilidade da estrutura.

No sistema de paredes de concreto armado moldadas in loco, para que se obtenha uma uniformidade estética, resistência e adensamento adequado, sem a utilização de vibradores de imersão, o concreto normalmente utilizado é o Autoadensável, fabricado a partir do cimento CPV ARI, por ser mais fino e apresentar maiores resistências iniciais. Este concreto é bastante fluido e tem a capacidade de se espalhar preenchendo completamente a fôrma utilizada, (TECNOSIL, 2022)

Segundo a divisão de Weimer (2018) dos processos construtivos, as causas dos processos de deterioração das estruturas podem ser classificadas em causas intrínsecas e extrínsecas.

As causas intrínsecas estão diretamente relacionadas à própria estrutura, decorrente dos materiais, peças utilizadas durante a construção e da utilização das edificações; podendo ser resultantes de falhas humanas ou ações externas.

A má qualidade da mão de obra, aliada à ausência de controle tecnológico, resulta em manifestações patológicas, sendo que até mesmo pequenos erros na execução podem provocar sérias patologias.

Já as causas extrínsecas são independentes da própria estrutura, sendo provocadas por fatores que agredem as edificações, começando no exterior e atingindo o interior da estrutura, podendo ser resultantes de falhas humanas e ações externas.

Muitos problemas patológicos se manifestam externamente, através de sintomas que possibilitam a análise de outras dimensões do diagnóstico. Esses sintomas são frequentemente referidos como lesões, danos, defeitos ou manifestações patológicas (HELENE, 1992).

3. MÉTODO CONSTRUTIVO – PAREDES DE CONCRETO ARMADO MOLDADAS IN LOCO

Antes de abordar especificamente as manifestações patológicas, é fundamental apresentar uma breve descrição do método construtivo adotado. As paredes de concreto armado moldadas in loco são executadas diretamente no canteiro de obras, sem a utilização de elementos pré-moldados. O termo in loco, de origem latina, significa “no local”, e refere-se à moldagem do concreto no próprio local da edificação, utilizando formas específicas para a conformação das paredes estruturais. Esse sistema

permite a integração entre estrutura e vedação, proporcionando maior agilidade construtiva e uniformidade, desde que sejam respeitadas as exigências técnicas de projeto, execução e controle de qualidade.

Em relação ao tipo de fundação, destaca-se a utilização do sistema radier, especialmente em edificações com três pavimentos ou mais, devido à sua capacidade de promover uma distribuição mais uniforme das cargas estruturais ao solo. Trata-se de uma fundação em placa, que atua de forma contínua sob toda a área da edificação, reduzindo a concentração de tensões em pontos específicos. Outro sistema comumente empregado é o composto por estacas, blocos e vigas baldrames, indicado para situações em que o solo superficial apresenta baixa capacidade de suporte, mas há camadas resistentes em profundidades maiores. Esse tipo de fundação é mais adequado em estruturas que não demandam elevada rigidez no sistema de apoio.

A Figura 1 foi registrada no canteiro de obras do empreendimento analisado e apresenta a fundação adotada na edificação. Neste caso, optou-se pelo sistema composto por estacas, blocos e vigas baldrames, solução indicada para terrenos com baixa capacidade de suporte na camada superficial, mas com boas características geotécnicas em profundidades maiores.

Figura 1: Fundação em estacas, blocos e vigas baldrames - Sendo executado o contrapiso.



Fonte: Autor (2025).

No momento da execução da concretagem do contrapiso, também são posicionadas as armaduras das paredes estruturais, compostas por dois panos: o interno e o externo. Entre essas armaduras são instaladas as tubulações hidráulicas e elétricas previamente planejadas. Utilizam-se espaçadores com a finalidade de garantir o cobrimento

adequado do concreto sobre as armaduras e instalações, assegurando a durabilidade e o bom desempenho da estrutura. Essa etapa está ilustrada na Figura 2 a seguir.

Figura 2: Armadura e instalações das paredes.



Fonte: Autor (2025).

Após a instalação das armaduras e das instalações elétricas e hidráulicas, procede-se à montagem das fôrmas, que podem ser fabricadas em ferro ou alumínio. No empreendimento analisado, foram utilizadas fôrmas metálicas de ferro, que garantem resistência e podem ser reutilizadas. Essas fôrmas são compostas por placas numeradas, o que facilita a identificação da sequência correta de montagem por parte da equipe executora, garantindo a padronização do sistema construtivo.

Além da numeração, as fôrmas contam com dispositivos de fixação, como ganchos e pinos de travamento, os quais têm a função de posicionar e ajustar corretamente as placas, assegurando o alinhamento e a estanqueidade do conjunto. Esses elementos evitam o vazamento de nata de cimento durante a concretagem e contribuem para que as paredes obtenham a geometria e o acabamento desejados. A Figura 3 a seguir ilustra o sistema de fôrmas já montado e pronto para o recebimento do concreto.

Figura 3: Fôrmas utilizadas para moldar as paredes de concreto armado.



Fonte: Autor (2025).

Por fim, temos a concretagem da parede, que é feita com o Concreto Autoadensável (CAA) após passar pelo Slump-Flow, que determina a fluidez do concreto, ou seja, a capacidade que ele possui para se auto nivelar na superfície empregada.

Após 12 a 24 horas da concretagem o concreto pode ser desformado desde que a resistência mínima seja de 3 Mpa. Para isso é feito uma verificação em laboratório com rompimentos de corpos de prova. Finalizado essa etapa, as paredes já estão prontas para receber a laje e o próximo pavimento, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4: Paredes finalizadas e início do próximo pavimento.



Fonte: Autor (2025).

4. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

4.1 FISSURAS, TRINCAS E RACHADURAS

Fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas das edificações que podem aparecer em alvenarias, vigas, pilares, lajes, pisos, dentre outros elementos, geralmente causadas por tensões de tração. Se os elementos forem solicitados por um esforço maior que sua capacidade resistente, ocorrerá falha provocando uma abertura, sendo que, conforme sua largura e profundidade, será classificada como sendo uma fissura, trinca ou até mesmo uma rachadura.

A figura 5 abaixo mostra um exemplo de uma edificação onde identifica-se em geral, os sentidos principais ocorrentes das fissuras, trincas e rachaduras em elementos estruturais.

Figura 5: Representação de fissuras, trincas e rachaduras em elementos de concreto em uma edificação.



Fonte: <https://revistaft.com.br/fissuras-em-alvenaria-estrutural/>

As fissuras e/ou trincas são duas das manifestações patológicas mais comuns em paredes de concreto armado, podendo ser causadas por retrações plásticas, variações de temperaturas, armaduras insuficientes, sobrecargas, recalques diferenciais, dentre outros, (NEVILLE, 1997).

Segundo Mehta e Monteiro (2014), a largura, orientação e profundidade das trincas fornecem pistas sobre as tensões atuantes e ajudam no diagnóstico correto do problema.

As fissuras são abertura superficiais de pequena largura, geralmente chegando até 0,5 mm, já as trincas são descontinuidades de maior largura e profundidade alcançando até 1,50mm, podendo ou não comprometer a integridade estrutural, e as rachaduras até 5,0mm (LOTTERMANN, 2013).

As Fissuras que são o foco dessa pesquisa são denominadas em passivas ou ativas, sendo que as passivas são aquelas que não apresentam movimento significativo ao longo do tempo, ou seja, sua abertura permanece constante após seu surgimento.

Por não estarem sujeitas a tensões contínuas, o reparo de fissuras passivas pode ser feito com materiais rígidos, como argamassas e resinas epóxi, já que o risco de reabertura é reduzido completamente.

Uma fissura ativa, por outro lado, é caracterizada por movimentos recorrentes, com variações na sua abertura ou extensão devido às tensões dinâmicas ou cíclicas. O tratamento de fissuras ativas requer materiais flexíveis e com alta capacidade de deformação, como selantes elastoméricos, para acomodar os movimentos sem comprometer a durabilidade do reparo.

Dessa forma, é fundamental identificar se a fissura presente é do tipo ativa ou passiva, pois essa distinção influencia diretamente na escolha da técnica de reparo mais adequada.

No caso de fissuras ativas, a utilização de materiais com elevada capacidade de deformação é essencial para evitar reaparecimentos e garantir a eficiência do tratamento aplicado.

A figura 6 mostra um exemplo de fissura localizada no canto inferior de uma janela de uma parede de concreto armado moldado in loco. Este tipo de manifestação patológica local é bastante comum neste sistema estrutural, principalmente devido ao surgimento de tensões térmicas devido a retração do concreto, enfatizando assim, a importância de uma análise mais criteriosa para a identificação da causa e definição da melhor solução de reparo a ser empregada.

Figura 6: Fissura no canto da janela encontrada na parede de concreto armado moldada in loco.



Fonte: Autor (2025).

4.2 CARBONATAÇÃO

A carbonatação ocorre quando o concreto utilizado para essas paredes está muito poroso, ou seja, em sua composição está presente bolhas de ar ou impurezas, dificultando o resultado de uma parede uniforme. Devido a isso inicia-se um processo de carbonatação onde o gás carbônico penetra pelos poros do concreto e através de uma reação química natural reage com o hidróxido de cálcio presente, reduzindo o pH da estrutura. Essa alcalinidade é responsável por manter as armaduras passivas, quando fica abaixo de 9, a camada de proteção é comprometida.

De acordo com Neville (1997), esse fenômeno é mais comum em ambientes urbanos e com concreto de baixa qualidade. A consequência deste mecanismo físico-químico é o deslocamento da camada de concreto de recobrimento que envolve a

armadura de aço, levando à corrosão e finalmente reduzindo a vida útil da estrutura.

4.3 CORROSÃO DAS ARMADURAS

Quando agentes externos agressivos, como cloretos e dióxido de carbono atingem o aço estrutural presente no interior do concreto, o mesmo por meio de um processo eletroquímico se expande e se desprende do concreto, resultando assim em fissuras locais. A corrosão com formação de fissuras ocorre quando, além das condições propícias para a corrosão, o metal se encontra submetido a tensões importantes de tração. Nesse caso, surgem fissuras no material que se propagam na direção transversal à carga, produzindo rupturas com níveis baixos de tensão. (FIGUEIREDO, 2013)

A corrosão é a principal causa de deterioração em estruturas de concreto armado, tornando essencial o uso de concretos de boa qualidade e técnicas adequadas de proteção para evitá-la.

Conforme NBR 6118 (ABNT, 2023) o nível de agressividade gerado pela corrosão das armaduras está relacionado diretamente ao ambiente, na Tabela 1 abaixo temos os níveis aceitáveis de fissuração.

Tabela 1: Exigências mínimas de durabilidade relacionadas a fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividades ambientais.

| Tipo de concreto estrutural | Tipo de protensão | Classe de agressividade ambiental (CAA) | Exigências relativas à fissuração | Combinação de ações em serviço a utilizar |
|--|-------------------|---|---|---|
| Concreto simples | – | CAA I a CAA IV | Não há | – |
| Concreto armado | – | CAA I | ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm | Combinação frequente |
| | – | CAA II e CAA III | ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm | |
| | – | CAA IV | ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm | |
| Concreto protendido nível 1 (protensão parcial) | Pré-tração | CAA I | ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm | Combinação frequente |
| | Pós-tração | CAA I e CAA II | | |
| Concreto protendido nível 2 (protensão limitada) | Pré-tração | CAA I e CAA II | Verificar as duas condições abaixo ELS-F | Combinação frequente |
| | Pós-tração | CAA I a CAA IV | ELS-D ^a | |
| Concreto protendido nível 3 (protensão completa) | Pré-tração | CAA I a CAA IV | Verificar as duas condições abaixo ELS-F | Combinação rara |
| | Pós-tração | CAA I a CAA IV | ELS-D ^a | |

Para as classes de agressividade ambiental CAA-III e IV, exige-se que as cordoalhas não aderentes tenham proteção especial na região de suas ancoragens.
No caso de pré-tração em estruturas de concreto pré-fabricado, devem ser atendidos os requisitos da ABNT NBR 9062.
NOTA 1 As definições de ELS-W, ELS-F e ELS-D encontram-se em 3.2.
NOTA 2 No projeto de lajes lisas e cogumelo protendidas, basta ser atendido o ELS-F para a combinação frequente das ações, em todas as classes de agressividade ambiental.

^a A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com $a_p = 50$ mm (ver Figura 3.1).

Fonte: ABNT NBR 6118:2023.

4.4 INFILTRAÇÃO

A infiltração é um dos principais mecanismos de degradação em estruturas de concreto, vindo a afetar sua durabilidade e desempenho. A infiltração ocorre quando a água penetra nos poros ou fissuras do concreto, podendo transportar substâncias agressivas como cloretos e sulfatos, que aceleram a deterioração do material.

Segundo Mehta & Monteiro (2014), a presença de água em excesso no concreto pode resultar em uma série de problemas, incluindo a corrosão das armaduras, a lixiviação de componentes do concreto e a formação de eflorescências.

4.5 MECANISMOS DE PROLIFERAÇÃO

De acordo com suas causas, as fissuras podem ser classificadas de diversas maneiras. Uma distinção comum é entre as fissuras de origem estrutural e não estrutural. As fissuras estruturais ocorrem devido ao excesso de carga ou falhas no projeto, como a ausência de armaduras adequadas para resistir aos esforços de tração e compressão. Já as fissuras não estruturais resultam de fenômenos físicos, como a retração do concreto ou variações térmicas. (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Fissuras causadas pela retração plástica, por exemplo, surgem logo após a concretagem, devido à perda de água na superfície do concreto, o que resulta em uma redução do volume e consequente fissuração (HELENE, 1992). Já as fissuras térmicas ocorrem devido às diferenças de temperatura entre as diferentes camadas da peça de concreto, que se dilatam de forma desigual, provocando tensões internas. (PEREIRA; CINCOTTO, 2001).

Portanto, compreender os mecanismos que levam ao surgimento das fissuras é essencial para a correta identificação da sua origem e para a escolha do método de reparo mais adequado. A retração plástica e as variações térmicas são apenas alguns dos fatores que podem contribuir para o aparecimento dessas patologias, reforçando mais uma vez, a necessidade de um monitoramento criterioso para as estruturas de concreto.

Todas essas patologias se não forem tratadas, facilitam a entrada de agentes agressivos que podem comprometer a estrutura não apenas em sua parte estética, mas também, a integridade física local ou global da edificação.

4.6 PREVENÇÃO DE FISSURAS

Para evitar o surgimento de diferentes tipos de patologias em estruturas de concreto armado, é essencial considerar uma série de medidas de planejamento que vão desde a elaboração dos projetos, materiais a serem utilizados, execução e finalizando com uma adoção de um programa periódico de manutenção e reparos.

Praticamente todo sistema construtivo que envolve concreto pode apresentar fissuras. O importante é identificar o motivo do seu surgimento e sua importância, ou seja, se é um problema estrutural ou apenas estético.

Por se tratar de uma estrutura rígida, o sistema de paredes de concreto gera uma certa preocupação com relação à possibilidade de fissuração, principalmente devido à retração térmica e variações de temperatura.

Segundo Graziano (2005), parte da retração do concreto ocorre ainda no estado plástico, fase em que sua resistência à tração é praticamente inexistente. Além disso, nesse estágio inicial, a aderência entre o concreto e a armadura de aço também é bastante reduzida. Esse conjunto de fatores compromete a atuação da armadura como elemento resistente à tração, o que limita a capacidade do sistema estrutural de suportar esforços de tração nesse momento inicial da cura.

Na execução, o controle rigoroso da cura do concreto e a utilização de juntas de dilatação nas áreas mais suscetíveis a movimentações são fundamentais para prevenir fissuras. Além de o traço estar adequado, a cura deve se iniciar imediatamente, ou seja, logo após a concretagem.

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2023), que trata do projeto de estruturas de concreto, o processo de cura deve ser executado de forma contínua e controlada, para evitar a perda de umidade excessiva e a retração precoce do concreto.

Isso significa dizer que o concreto deve ser mantido úmido por um período determinado para garantir que a hidratação ocorra de forma uniforme, reduzindo o risco de fissuras por retração.

Além dos cuidados indispensáveis ao concreto, por outro lado, também durante a fase de projeto, é recomendado realizar estudos geotécnicos detalhados do solo, garantindo que a fundação seja dimensionada adequadamente para as condições

específicas do terreno e para as cargas de projeto que a estrutura irá suportar.

Dessa forma, um projeto bem elaborado, que leve em conta as especificidades do terreno, tipo de fundação, obtenção correta das cargas atuantes e a escolha adequada dos materiais, é fundamental para reduzir o risco de danos estruturais.

Como destacam Helene e Andrade (2000), o conhecimento prévio das características do solo permite projetar fundações que minimizam os recalques diferenciais e, conseqüentemente, evitam fissurações nas paredes e lajes.

Por fim, a manutenção periódica é crucial para identificar e corrigir pequenos defeitos antes que se agravem. Verificar se há infiltrações, recalques ou trincas incipientes pode evitar problemas maiores.

Conforme orienta a NBR 9575 (ABNT, 2010), o planejamento de manutenção preventiva e corretiva em sistemas de impermeabilização é essencial para a durabilidade da estrutura e para evitar o surgimento de patologias relacionadas a infiltrações e fissuras.

4.7 TRATAMENTOS E CORREÇÕES

Para tratar uma fissura em concreto armado, é essencial, antes de qualquer intervenção, determinar se a fissura é ativa ou passiva, além de identificar sua causa. Isso se deve ao fato de que diferentes tipos de fissuras exigem materiais e soluções específicas para garantir uma reparação eficaz e duradoura. Por exemplo, o uso de um material com baixa elasticidade para selar uma fissura ativa, sem resolver o motivo subjacente, pode levar ao rompimento do material aplicado ou ao surgimento de uma nova fissura em um ponto próximo ao original. Da mesma forma, mesmo que um material com boa elasticidade seja empregado, se a fissura continuar a crescer, a integridade da estrutura pode ficar comprometida, exigindo soluções mais abrangentes e corretivas para estabilizar o problema.

A técnica de injeção com resina epóxi, figura 7, é amplamente utilizada para a reparação de fissuras em estruturas de concreto armado, porém, sua aplicação não é adequada para todos os casos. Esse método é mais indicado para fissuras passivas, mas geralmente não deve ser utilizado em fissuras ativas, exceto em situações em que o movimento é extremamente reduzido.

Figura 7: Injeção de resina com epóxi em fissura.



Fonte: Patologia e Recuperação. Ed. PINI (2009).

Caso contrário, o concreto tende a fissurar em outro ponto próximo. Mesmo quando o movimento das fissuras ativas é mínimo, o uso da injeção epóxi ainda não é recomendado, devido ao risco de recorrência do problema em locais adjacentes.

Para o tratamento de fissuras ativas, recomenda-se o uso de selantes à base de resinas flexíveis ou polisulfetos, que apresentem alongamento de ruptura superior a 90%. Esses materiais devem ser suficientemente flexíveis para acompanhar os movimentos da fissura, resistência à tração maior que a do concreto e alta aderência à superfície, proporcionando uma vedação eficaz, resistente e garantindo a durabilidade do reparo.

Segundo a AECweb (2025), o método mais utilizado para o selamento e tratamento de fissuras no concreto é o de injeção. Os sistemas de injeção de resinas permitem preencher as fissuras de uma maneira rápida, efetiva e duradoura.

AECweb (2025), cita que a injeção de selantes a base de Poliuretano (colas PU) é utilizada no tratamento de fissuras em estruturas de concreto, pois além de ser um produto que possui baixa viscosidade é livre de solventes. O poliuretano é uma resina elástica que quando aplicada na parede de concreto, cria uma resina aderente, flexível, impermeável e mecanicamente resistente.

Essas colas PU também resistem bem à ação de outras substâncias químicas, o que garante sua durabilidade. A cura é rápida favorecendo montagens mecânicas tornando as juntas impermeáveis com muito mais durabilidade e eficiência (SELATEC, 2022).

A figura 8, mostra a aplicação de injeção de selante poliuretano PU assegurando que o espaço a ser preenchido fique perfeitamente vedado, não

havendo a possibilidade de entrar algum tipo de impureza que possa entrar em contato com a armadura e prejudicá-la.

Figura 8: Aplicação de PU e selante na fissura.



Fonte: SELATEC (2025).

Em geral o procedimento adotado para correção das fissuras no sistema de parede de concreto está vinculado a um processo padrão pré-estabelecido pela empresa responsável por meio de uma Instrução de Serviço Controlado (ICS).

Conforme instrução, é necessário que se elabore de antemão o mapeamento de todas as fissuras que aparecem nas paredes de concreto propondo então o tratamento mais adequado a elas.

5. METODOLOGIA – ESTUDO DE CASO

Para a aplicação prática deste trabalho, foi realizado um estudo de caso em um empreendimento residencial localizado na cidade de Campo Grande/MS. O residencial é composto por dois blocos idênticos, cada um com seis pavimentos e quatro apartamentos por andar, totalizando 24 unidades habitacionais por torre. Trata-se de um empreendimento considerado de alto padrão, tanto pelo acabamento quanto pela tipologia construtiva adotada, em que além das paredes serem de concreto armado, o cliente poderá escolher o layout por dentro dos apartamentos utilizando paredes de Drywall.

A figura 9 abaixo mostra uma foto identificando os blocos residenciais, construídos utilizando o sistema de paredes de concreto armado.

Figura 9: Blocos residenciais com paredes de concreto moldadas in loco em Campo Grande MS.



Fonte: Autor (2025).

A torre escolhida para análise foi a 02, pois durante as visitas técnicas ao local da obra, evidenciou que era o bloco 02 que estava com problemas de surgimento de fissuras.

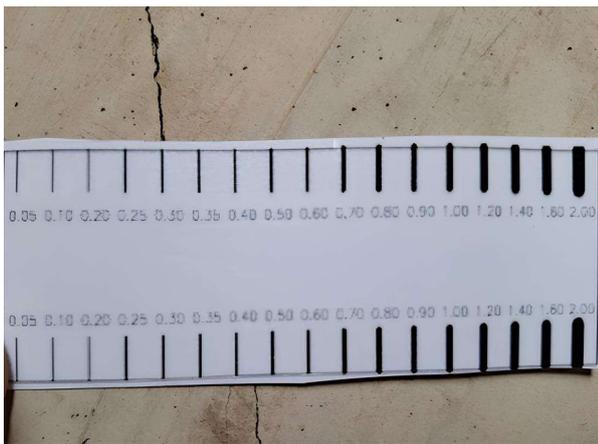
Para a visualização e correta identificação dos tipos de manifestações patológicas presentes nas paredes de concreto armado, diversas visitas técnicas in loco foram realizadas.

O estudo de caso realizou-se especificamente na análise das fissuras que surgiram poucos dias após o processo de concretagem e desforma de cada um dos seis pavimentos. A abordagem metodológica adotada envolveu uma série de etapas que permitiram a identificação, registro e análise detalhada da patologia observada.

Inicialmente, foi realizada uma inspeção visual minuciosa em todas as unidades habitacionais e áreas comuns do empreendimento, com o objetivo de mapear a ocorrência de fissuras.

Para garantir maior precisão na identificação e medição das anomalias, foi utilizado um fissurômetro, ou seja, um instrumento graduado (régua) utilizado especificamente para a identificação e mensuração da largura das fissuras. A figura 10 mostra uma foto do fissurômetro utilizado neste estudo.

Figura 10: Fissurômetro utilizado para mensuração das aberturas das fissuras nas paredes do bloco.



Fonte: Autor (2025).

Durante o processo de inspeção, além do registro fotográfico da patologia, foi elaborada uma rastreabilidade detalhada das fissuras observadas. Esse mapeamento permitiu identificar com precisão a localização de cada fissura nos diferentes apartamentos do empreendimento, correlacionando-as com suas características específicas, como o tipo (diagonais e/ou transversais), o número de ocorrências e os pontos exatos de manifestação, como paredes, portas e janelas.

Essa abordagem contribuiu para uma análise mais sistemática das manifestações patológicas, facilitando a compreensão dos padrões de ocorrência e possíveis causas associadas.

Após a etapa de identificação e análise das fissuras (abertura e quantidades), foi elaborado um layout da planta baixa do pavimento estudado, com o objetivo de representar de forma visual a distribuição da patologia observada. Esse mapeamento facilita a compreensão da localização das fissuras em relação aos elementos estruturais e às unidades habitacionais, auxiliando na identificação de possíveis padrões de ocorrência.

Dessa forma, o layout apresentado neste estudo é meramente ilustrativo, representando apenas as paredes estruturais em concreto armado, sem considerar as divisórias internas em drywall, que variam conforme as configurações adotadas em cada unidade.

A figura 11 representa a planta baixa do 1º pavimento pertencente ao Bloco 02, destacando-se a posição de algumas das fissuras observadas durante a inspeção nas paredes onde há janelas.

Figura 11: Layout representativo da planta baixa do primeiro pavimento AP 101, Bloco 02.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A presença dessas fissuras, pode ser um sinal de fragilidade estrutural, o que reforça a necessidade de monitoramento contínuo e intervenções preventivas.

De acordo com Silva (2020), fissuras em estruturas prediais, como as observadas neste layout, podem ser indicativos de movimentações térmicas, assentamento diferencial ou falhas no processo de construção.

As fissuras apresentaram, predominantemente, ângulos de 45° e 90° em relação ao eixo de abertura das janelas, sendo associadas, em sua maioria, à retração plástica do concreto. Esse tipo de manifestação patológica está diretamente relacionado à cura inadequada das paredes durante as fases iniciais da concretagem. As Figuras 12 e 13, apresentadas a seguir, ilustram uma dessas ocorrências, evidenciando uma fissura localizada no canto inferior direito de uma janela pertencente ao Bloco 02 do empreendimento analisado.

Figura 12: Fissura em 45° no canto da janela.



Fonte: Autor (2025).

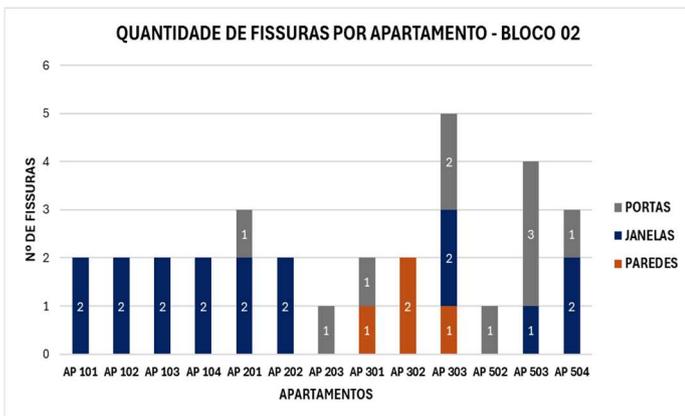
Figura 13: Janela do Bloco 02 apresentando fissura localizada.



Fonte: Autor (2025).

O Gráfico 1, apresentado a seguir, ilustra a distribuição das fissuras identificadas por unidade habitacional, bem como os locais onde essas manifestações patológicas ocorreram com maior frequência. No total, foram contabilizadas 31 fissuras, das quais 17 foram localizadas nas regiões de janelas, 10 em portas e apenas 4 em paredes. Esses dados reforçam a tendência de maior concentração de fissuras em elementos com aberturas, especialmente nas janelas.

Gráfico 1: Rastreabilidade das fissuras encontradas no Bloco 02.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os apartamentos do térreo foram os mais afetados pelo aparecimento de fissuras, devido ser o pavimento base da edificação, este fica suscetível a umidade e as grandes variações térmicas do solo.

Observou-se que a maior concentração de fissuras ocorreu nas regiões das janelas. Esse fenômeno pode ser explicado pelo fato de que janelas constituem aberturas que concentram tensões, especialmente devido ao seu formato

predominantemente horizontal. Embora as portas também representem aberturas sujeitas a solicitações, o número de fissuras identificadas nessa região foi significativamente menor. Isso se deve ao fato de que as portas possuem orientação vertical, e as paredes de concreto armado apresentam maior resistência às tensões verticais do que às horizontais, o que contribui para a menor incidência de fissuração nesses pontos.

As fissuras identificadas nas paredes ocorreram, predominantemente, nas regiões próximas às juntas das fôrmas, áreas consideradas críticas e com maior vulnerabilidade à fissuração. Essas fissuras geralmente estão associadas a uma série de fatores construtivos, sendo o principal deles a descontinuidade no adensamento do concreto provocada pela presença da junta entre as fôrmas.

Além disso, as juntas representam interrupções na continuidade do molde, o que pode resultar em zonas de fragilidade devido ao eventual acúmulo de ar, segregação de materiais ou falhas no preenchimento completo do concreto.

A partir da análise realizada no empreendimento em estudo, foi possível identificar, com base em inspeções visuais e na conferência dos projetos arquitetônicos e estruturais, a origem das fissuras observadas nas paredes de concreto armado moldadas in loco. A equipe técnica da construtora, composta por engenheiros responsáveis pela obra, conduziu essa avaliação de forma criteriosa, considerando tanto os aspectos construtivos quanto o comportamento patológico apresentado pelas estruturas.

Após a investigação, concluiu-se que as fissuras são decorrentes, principalmente, da retração plástica do concreto, intensificada pela realização inadequada do processo de cura das paredes. Esse diagnóstico foi reforçado pela localização típica das fissuras — concentradas nos cantos das janelas — e por sua geometria característica, apresentando ângulos de 45° e 90°, compatíveis com esse tipo de manifestação.

Com base na ausência de movimentações ativas e na estabilidade das fissuras ao longo do tempo, estas foram classificadas como fissuras passivas. Dessa forma, a equipe técnica definiu que o método mais adequado para o tratamento seria a vedação simples, utilizando uma emulsão polimérica elastomérica impermeabilizante, capaz de selar as aberturas e impedir a penetração de umidade e

agentes agressivos, sem a necessidade de intervenções estruturais.

Esse procedimento demonstra a importância do diagnóstico técnico preciso, fundamentado em inspeções especializadas e no entendimento do comportamento do concreto no período inicial de cura, como forma de garantir a durabilidade e o desempenho das estruturas ao longo de sua vida útil.

6. TRATAMENTO EMPREGADO

No presente estudo de caso, o tratamento das fissuras nas paredes de concreto moldadas in loco foi realizado utilizando um método de reparo baseado na aplicação de materiais específicos para vedação e reforço da aderência.

No caso analisado, optou-se por um tratamento exclusivamente de vedação, utilizando-se uma emulsão polimérica elastomérica impermeabilizante, adequada para selar esse tipo de fissura e prevenir a penetração de agentes agressivos.

Para a execução do serviço, foram empregadas ferramentas como abre-trincas, trincha, brocha, balde e espátula, garantindo a preparação adequada das superfícies afetadas.

Antes de iniciar a reparação, Helene (1992) ressalta que o preparo e a limpeza do substrato são especialmente importantes, sendo que se realizados de maneira inadequada podem comprometer integralmente um reparo estrutural, por melhor e mais adequados que sejam os materiais e os sistemas empregados.

Conforme recomenda Silva (2020), o processo iniciou-se com a abertura controlada das fissuras, utilizando o abre-trincas, etapa essencial para permitir a penetração dos materiais de reparo.

Em seguida, a superfície foi devidamente limpa com trincha e brocha para a remoção de partículas soltas e poeira, promovendo uma melhor adesão dos produtos aplicados. As figuras 14 e 15 a seguir, demonstram os processos citados anteriormente.

Figura 14: Profissional abrindo a fissura encontrada com ferramenta “abre-trincas”.



Fonte: Autor (2025).

Figura 15: Profissional limpando a abertura da fissura utilizando uma brocha.



Fonte: Autor (2025).

Após essa etapa, a fissura está pronta para a aplicação da emulsão de polímero acrílico elastomérico. Essa é uma etapa essencial no processo de reparo de fissuras, pois contribui para a aderência e a elasticidade do sistema de recuperação da superfície.

Conforme orientações técnicas, a aplicação deve ser realizada com uma espátula, garantindo que o produto seja distribuído de maneira uniforme sobre a fissura. Para assegurar a eficácia do reparo, foi realizado a aplicação em duas demãos, respeitando um intervalo de aproximadamente 10 minutos entre cada camada, o que possibilitou a formação de uma película homogênea e aderente ao substrato.

Além disso, a espessura final da emulsão foi controlada para evitar protuberâncias que possam comprometer o acabamento do emassamento posterior.

A correta utilização da emulsão acrílica elastomérica, seguindo as especificações técnicas recomendadas, melhora não apenas a aderência do

sistema de reparo, mas também contribui para a durabilidade da intervenção, minimizando o risco de reaparecimento das fissuras.

Todo o processo de aplicação foi realizado de forma suave e cuidadosa, garantindo um nivelamento adequado da superfície e prevenindo falhas futuras que possam vir a comprometer a qualidade do serviço efetuado. Um revestimento irregular poderá resultar no reaparecimento da fissura após a pintura, afetando assim estética e a durabilidade do reparo efetuado.

A figura 16 apresenta o profissional responsável pelo reparo aplicando a emulsão de polímero acrílico elastomérico sobre a fissura na parede de concreto.

Figura 16: Aplicação da emulsão de polímero acrílico elastomérico.



Fonte: Autor (2025).

A etapa final do tratamento das fissuras na janela analisada consistiu na aplicação da massa acrílica, um material essencial para garantir a regularização da superfície e a proteção do sistema de reparo. A massa acrílica é amplamente utilizada na construção civil por suas propriedades de aderência, resistência à umidade e capacidade de proporcionar um acabamento uniforme, preparando a superfície para a pintura ou revestimento final.

Antes da aplicação da massa acrílica, a superfície foi cuidadosamente limpa para remover resíduos de poeira, partículas soltas e qualquer vestígio de umidade, garantindo a aderência adequada do material. Além disso, foram respeitadas as etapas anteriores do tratamento, incluindo a aplicação do promotor de aderência e da emulsão de polímero acrílico elastomérico, que contribuíram para a fixação dos materiais subsequentes e a absorção de pequenas movimentações estruturais.

A aplicação da massa acrílica desempenha um papel fundamental na proteção do tratamento das fissuras. Esse material evita a infiltração de água, um dos principais fatores que podem comprometer a durabilidade das reparações realizadas, proporcionando uma maior resistência às variações térmicas e reduzindo o risco de novas fissuras.

As Figuras 17 e 18 ilustram as etapas finais do tratamento empregado nas fissuras presentes nas janelas. A primeira mostra a aplicação da massa acrílica sobre a superfície previamente tratada, com destaque para a uniformização do material e sua correta distribuição. Já a segunda, mostra a aplicação do acabamento após a secagem e lixamento da massa acrílica, evidenciando a regularização da superfície e a eliminação das marcas da fissura, deixando-a, então, pronta para a pintura ou outro revestimento.

Figura 17: Aplicação da massa acrílica na parede.



Fonte: Autor (2025).

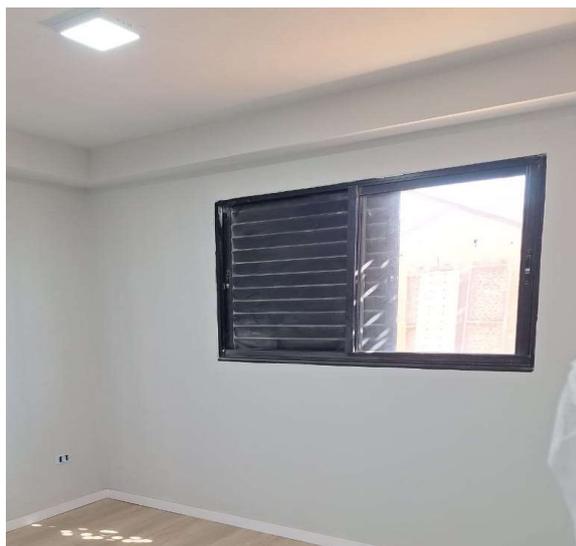
Figura 18: Aspecto do acabamento realizado no canto da janela, após a secagem.



Fonte: Autor (2025).

A Figura 19 abaixo apresenta o resultado do tratamento realizado nas fissuras na janela, agora já com a aplicação da pintura após regularização com massa acrílica. Nela pôde-se visualizar que a superfície apresenta uma textura com acabamento uniforme, ou seja, sem marcas visíveis das fissuras previamente existentes, garantindo, portanto, um aspecto estético adequado ao ambiente.

Figura 19: Fase final de acabamento no apartamento já com a aplicação da pintura.



Fonte: Autor (2025).

Esse resultado evidencia a eficácia do tratamento empregado, que não apenas corrigiu as patologias identificadas, mas também proporcionou um ambiente harmonioso alinhado ao padrão de qualidade requerido pela construtora.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho apresentou-se, de um modo geral, as principais patologias presentes no sistema construtivo em paredes de concreto armado moldadas “in loco”, enfatizando o problema das fissuras por este ser de certa forma mais recorrente neste tipo de sistema construtivo estrutural.

Como estudo de caso, realizou-se uma análise das fissuras presentes em paredes que contém janelas em um apartamento pertencente a um dos blocos de um edifício residencial situado na cidade de Campo Grande/MS.

Visitas in loco foram realizadas no intuito de acompanhar toda a sistemática metodológica empregada desde a identificação das fissuras, mensuração de sua largura, preparo e aplicação dos

produtos apropriados para a total mitigação do problema.

Durante as visitas in loco, foi possível identificar que as fissuras apresentadas estavam associadas a fatores como variações térmicas, e principalmente a retração do concreto.

A abordagem empregada no reparo das fissuras seguiu um procedimento técnico fundamentado no uso de promotor de aderência, emulsão de polímero acrílico elastomérico e massa acrílica, garantindo não apenas a vedação das fissuras, mas também a proteção da estrutura contra a infiltração de agentes externos. O promotor de aderência assegurou a fixação eficiente dos materiais na superfície fissurada, enquanto a emulsão acrílica elastomérica conferiu flexibilidade ao sistema, permitindo melhor adaptação às pequenas movimentações estruturais.

Por fim, a aplicação da massa acrílica proporcionou um acabamento uniforme e protegido, restaurando o aspecto visual da superfície tratada e preparando-a para futuras intervenções, como pintura ou revestimento.

Os resultados obtidos demonstraram que o método utilizado foi eficiente tanto do ponto de vista técnico quanto estético, garantindo a durabilidade do reparo e minimizando o risco de reaparecimento das fissuras. Além disso, o estudo reforça a relevância da manutenção preventiva para evitar o agravamento dessas patologias, uma vez que intervenções precoces podem reduzir custos e preservar a integridade estrutural ao longo do tempo.

Dessa forma, conclui-se que a compreensão detalhada das patologias em paredes de concreto armado, aliada à aplicação de técnicas e materiais adequados, é essencial para garantir a longevidade das edificações.

Este estudo contribui para a disseminação de boas práticas na construção civil e pode servir como referência para futuras pesquisas e aplicações em edificações que enfrentam desafios semelhantes relacionados a fissuras e/ou outros tipos de manifestações patológicas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2023.

ABNT. NBR 9575: Impermeabilização - Seleção e Projeto. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2010.

ABNT. NBR 16055: Parede de concreto moldada no local para construções de edificações – Requisitos e Procedimentos. Rio de Janeiro, 2022.

ABNT. NBR 16747: Inspeção Predial – Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro, 2020.

AECweb. Injeções de PU São Ideais para Tratar Fissuras no Concreto. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/empresa/quartzolit/6/conteudo/injecoes-de-pu-sao-ideais-para-tratar-fissuras-no-concreto/21311>

AMBRÓSIO, Thais da Silva. Patologia, Tratamento e Reforço de Estruturas de Concreto no Metrô de São Paulo. Trabalho de conclusão de curso. São Paulo, SP, 2004.

CALLISTER, W. D. (2007). Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. LTC.

GRAZIANO, Francisco Paulo. Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Armado. Ed. O Nome da Rosa, Vol. 01, São Paulo, SP, 2005.

HELENE, P. Manual de Recuperação, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto. São Paulo: Pini, 1992.

HELENE, P., & Andrade, T. (2000). *Manual de recuperação, proteção e reforço de estruturas de concreto*. São Paulo: Editora Pini.

LOTTERMANN, Fabrício Nunes. Patologias em Estruturas de Concreto: Estudo de Caso. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais. 2. ed. São Paulo: Pini, 2014.

NEVILLE, A. M. Propriedades do Concreto. 4. ed. São Paulo: Pini, 1997.

PEREIRA, E. B.; CINCOTTO, M. A. Fissuração e Retratação do Concreto: Aspectos teóricos e experimentais. São Paulo: Editora Blücher, 2001.

SELATEC. Adesivos e Selantes. Disponível em: <https://www.selatec.com.br/artigos/tudo-sobre-cola-pu-selante-de-poliuretano-e-suas-aplicacoes>

SILVA. Diêgo Raffael Fernandes. Patologias em estruturas de concreto armado em ambiente industrial, Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 10, Vol. 06, pp 14-41 (2020).

SOUZA, Vicente Custodio Moreira de. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. São Paulo, SP, Editora PINI, 2020.

TECNOSIL. Soluções Especiais. Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br/concreto-auto-adensavel-principais-caracteristicas-e-aplicacoes-2/>

WEIMER, B. F.; THOMAS, M.; DRESCH, F. Patologia das estruturas. Portos Alegre, Rio Grande do Sul.