

## Injeção de Resinas para Reparo Estrutural: Comparativo entre Epóxi e Poliuretano

### *Resin Injection for Structural Repair: A Comparative Study Between Epoxy and Polyurethane*

### *Inyección de Resinas para Reparación Estructural: Comparación entre Epóxi y Poliuretano*

#### Resumo

As manifestações patológicas em obras são cada vez mais comuns e requerem cuidados no diagnóstico e no tratamento para que a vida útil do elemento seja cuidadosamente restaurada. O objetivo do presente trabalho consiste em abordar bibliograficamente as causas, as origens e os tratamentos para fissuração em estruturas, com ênfase na injeção de fissuras com resinas epóxi e poliuretanas. A justificativa da pesquisa é estruturada na necessidade de conhecer as propriedades desses materiais para que sejam aplicados de forma eficaz a partir da situação na qual for empregado. A abordagem adotada foi de natureza bibliográfica, qualitativa e quantitativa, com delineamento descritivo, voltada à análise comparativa entre a utilização de ambas as resinas em reparos estruturais. A pesquisa não realizou coleta de dados em campo, sendo utilizados somente dados bibliográficos. Os resultados encontrados indicam que a resina epóxi deverá ser aplicada em trincas profundas e passivas, com temperaturas de até 70 °C, e as resinas de poliuretano, em fissuras úmidas ou em contato direto com a água, ativas, com pequenas espessuras e sem restrição de temperatura. Concluiu-se que ambas as resinas são de fácil aplicação e eficientes para utilização em reparos estruturais, melhorando a capacidade resistente do elemento e impedindo que novas manifestações aconteçam.

**Palavras-chave:** resina epóxi; resina de poliuretano; injeção de fissuras; manifestações patológicas.

#### Abstract

*Pathological changes in structures are increasing, and precise diagnosis and treatment are needed to restore their lifespan. This work provides a thorough review of the causes, origins, and treatments for structural cracking, focusing on crack injection using epoxy and polyurethane resins. The research aims to understand the properties of these materials to ensure effective application in specific situations. A bibliographic, qualitative, and quantitative approach was used, with a descriptive and comparative analysis of both resins in structural repairs. The study did not include field data collection, relying only on literature sources. Results show that epoxy resin is best for deep, passive cracks at temperatures up to 70°C. Polyurethane resins are recommended for wet or water-contact cracks, especially if they are active, thin, and not temperature-dependent. Both resins are easy to apply and effective for structural repairs, enhancing resistance and preventing new issues.*

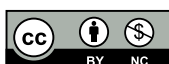
**Keywords:** epoxy resin; polyurethane resin; crack injection; pathological manifestations.

Laysa Cruz Machado



Christus Faculdade do Piauí  
- CHRISFAPI, Piripiri, Piauí,  
Brasil

englaysacruz@gmail.com



### **Resumen**

*Las manifestaciones patológicas en las obras de construcción son cada vez más frecuentes y requieren cuidados rigurosos en el diagnóstico y en el tratamiento, con el fin de restaurar adecuadamente la vida útil del elemento estructural. El objetivo del presente trabajo consiste en abordar, a partir de una revisión bibliográfica, las causas, los orígenes y los tratamientos de la fisuración en estructuras, con énfasis en la inyección de fisuras con resinas epóxicas y de poliuretano. La justificación de la investigación se fundamenta en la necesidad de conocer las propiedades de estos materiales para que sean aplicados de manera eficaz, de acuerdo con la situación específica en la que se empleen. La metodología adoptada fue de carácter bibliográfico, cualitativo y cuantitativo, con un enfoque descriptivo, orientado al análisis comparativo del uso de ambas resinas en reparaciones estructurales. La investigación no implicó la recolección de datos de campo, utilizándose exclusivamente fuentes bibliográficas. Los resultados obtenidos indican que la resina epóxica debe aplicarse en grietas profundas y pasivas, a temperaturas de hasta 70°C, mientras que las resinas de poliuretano son más adecuadas para fisuras húmedas o en contacto directo con el agua, activas, de pequeño espesor y sin restricción de temperatura. Se concluye que ambas resinas presentan facilidad de aplicación y elevada eficiencia en reparaciones estructurales, contribuyendo a mejorar la capacidad resistente del elemento y a impedir la aparición de nuevas manifestaciones patológicas.*

**Palabras clave:** resina epóxica; resina de poliuretano; inyección de fisuras; manifestaciones patológicas.

## **1 Introdução**

O concreto é o principal material empregado para estruturas de construção civil e seguramente permanecerá nessa posição por muitos anos, visto que outros materiais têm utilização restrita quando comparados com ele, seja pelo custo, seja pela facilidade de ser posto em obra, pela durabilidade, pela versatilidade e pela adaptabilidade às mais variadas formas geométricas. Contudo, sua execução, projeto e manutenção requerem intensos cuidados exigidos pelas suas características internas.

As manifestações patológicas podem causar insegurança, incômodo visual e insuficiência estrutural, podendo levar a problemas de infiltração e comprometendo a estética da edificação. Além disso, alguns problemas estruturais podem surgir, como resultado da entrada da umidade, e afetarem a viabilidade a longo prazo de outros sistemas de construção.

A NBR 6118 (ABNT, 2023) apresenta que “a fissuração em elementos estruturais de concreto armado é inevitável, devido à grande variabilidade e à baixa resistência do concreto à tração”, dessa forma, o controle de fissuras deve ser exigido com maior rigor quanto maior for a agressividade do ambiente, em razão da possibilidade de entrada de agentes corrosivos no interior do concreto através das fissuras. Além disso, conhecer as causas e a origem do processo patológico é essencial, não apenas para determinar a terapêutica adequada, mas também para certificar que, depois de reparada, a estrutura não volte a se deteriorar (Souza; Ripper, 2009).

Nesse sentido, a pesquisa tem como objetivo principal analisar comparativamente a eficácia de dois materiais utilizados no reparo de fissuras: resinas epóxi e resinas com base de poliuretano. O alcance desse resultado incluirá pesquisas que demonstrem as principais causas de fissuração e os mecanismos de formação, determinando a causa e a origem dessas manifestações, bem como a avaliação das propriedades e características de cada um dos materiais quando aplicados no tratamento dessas anomalias, relacionadas ao método de execução e ao aumento da capacidade resistente.

## **2 Desenvolvimento**

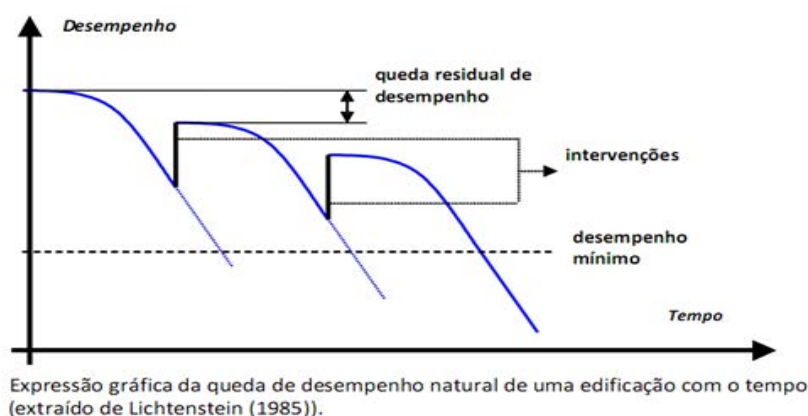
### **2.1 Anomalias em estruturas de concreto**

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2023), desempenho é a capacidade da estrutura de se manter em íntegras condições de utilização no decorrer de sua vida útil, não podendo apresentar danos que comprometam em parte ou totalmente o uso para o qual foi projetada. É importante ressaltar que a vida útil do projeto da

edificação só poderá ser atingida quando estiverem sendo cumpridos os requisitos de uso, operação e manutenção da edificação, pois as obras, além de ficarem expostas à ação dos elementos como calor, vento e umidade, precisam suportar ações mecânicas que podem cansá-la, fatigá-la e feri-la ao longo de seu tempo de utilização (Canovas, 1988).

A vida útil da edificação pode ser ampliada por meio de ações de manutenção que aumentam o seu desempenho ao longo do tempo, permitindo que alcance a Vida Útil de Projeto (VUP). Daí surge a necessidade de medidas preventivas, como manutenções periódicas e o controle tecnológico da qualidade dos materiais utilizados na execução da obra (Lourenço, 2022). A figura 1 expressa o comportamento das edificações mediante sua vida útil, evidenciando a necessidade de intervenções para que o desempenho mínimo seja atingido.

Figura 1: Expressão gráfica da queda de desempenho natural de uma edificação com o tempo

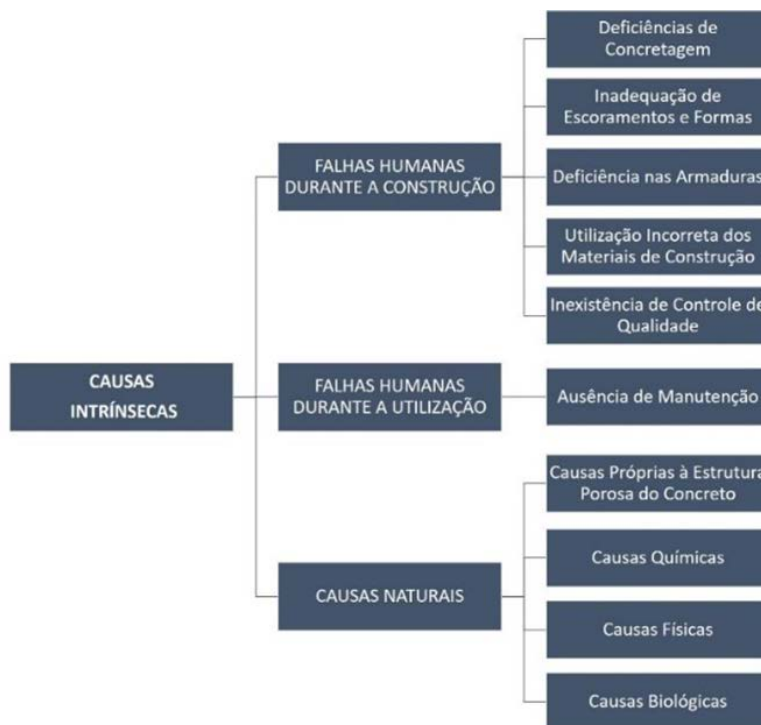


Fonte: Batista (2022)

Dessa forma, a atividade de manutenção possui uma influência decisiva na vida útil de uma edificação. Uma construção só conseguirá atender ao período de vida útil estipulado em projeto se for realizada uma série de manutenções na sua fase de uso, de modo a evitar e corrigir qualquer perda de desempenho que comprometa a sua integridade. Essas intervenções não devem ser elaboradas ao acaso, pois devem obedecer a um plano de manutenção bem definido e produzido com o projeto de cada sistema, o qual deve ser entregue ao usuário da edificação, responsável direto pelo cumprimento das atividades. A cada ação de manutenção corretamente elaborada, uma recuperação do desempenho perdido é aplicada ao sistema.

Souza e Ripper (2009) apontam que as causas de deterioração das estruturas podem ser divididas em intrínsecas e extrínsecas. As causas intrínsecas são caracterizadas como as que são próprias à estrutura, originadas nos materiais e peças estruturais durante as fases de execução e/ou de utilização da estrutura, por falha humana, questões próprias ao material concreto ou por ações externas. A figura 2 mostra um resumo dos processos intrínsecos de deterioração.

Figura 2: Causas intrínsecas que provocam anomalias em estruturas



Fonte: Santana (2017).

Por outro lado, as causas extrínsecas são aquelas que não dependem do corpo da estrutura em si, nem da sua composição interna, mas, sim, de falhas que atacam a estrutura de “fora para dentro” (Souza; Ripper, 2009). A figura 3 ilustra uma síntese das causas extrínsecas.

Figura 3: Causas intrínsecas que provocam anomalias em estruturas



Fonte: Santana (2017).

Nesse sentido, a ação das causas extrínsecas e intrínsecas nas estruturas pode apresentar efeitos considerados pontos fracos da estrutura, como fissuração, desagregação do concreto, carbonatação, perda de aderência e desgaste do concreto. Entre as patologias mais comuns nas estruturas, a fissuração é a que mais incomoda os proprietários, pois é facilmente visível. Embora muitas fissuras não sejam perigosas, é importante prestar atenção a elas, pois podem ser prevenidas com um planejamento adequado e com manutenção periódica. Além disso, essas fissuras podem aparecer em diversos elementos estruturais, como pilares, lajes, vigas e alvenarias (Sena; Nascimento; Nabut Neto, 2020).

A NBR 6118 (ABNT, 2023) limita a abertura máxima de fissuras para valores de 0,2 mm a 0,4 mm para combinação frequente. O quadro 1 mostra as aberturas de fissuras máximas conforme a classe de agressividade ambiental do local da obra.

Quadro 1: Limites de fissuração de acordo com a classe de agressividade do concreto

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	

Fonte: NBR 6118 (2023)

## 2.2 Causas e origens de doenças nas estruturas

Thomaz (2020) classifica as fissuras conforme as causas que as originam, conforme representado na tabela 1 a seguir:

Tabela 1: Causas para fissuração em estruturas

CLASSIFICAÇÃO	CAUSA
FISSURAS ATIVAS	Varição térmica
	Retração por secagem ou hidráulica
	Cargas dinâmicas
	Corrosão de armaduras, reações expansivas com sulfatos e reações álcali-silicatos
	Assentamento plástico
FISSURAS PASSIVAS	Dessecação superficial
	Retração química ou intrínseca
	Movimentação de fôrmas
	Varição térmica
	Sobrecargas

Fonte: adaptado de Thomaz (2020).

A retração está relacionada com a perda de umidade do concreto no estado fresco ou endurecido, por meio das tensões internas que provocam as fissurações. Uma das suas classificações é a retração plástica, identificada geralmente em lajes, no período fresco do concreto, com a temperatura e a evaporação da água. De acordo com Instituto Nova Engenharia (2025), a retração hidráulica ocorre após a cura inicial do concreto, quando ocorre a evaporação da água dos poros capilares do concreto. A retração autógena acontece devido ao rápido consumo de água pelas reações de hidratação do cimento, já a retração térmica ocorre devido às variações de temperatura, principalmente em concretos de grandes volumes.

Além disso, o desencadeamento de fissuras pode ocorrer por mudanças higroscópicas na edificação, em que as alterações de umidade ocasionam mudanças de tamanho nos materiais porosos presentes nos elementos construtivos. Quando há um aumento na umidade, os materiais se expandem, enquanto na sua diminuição, contraem-se. Portanto, na presença de impedimentos ou restrições à livre movimentação desses materiais, podem surgir fissuras na edificação (Thomaz, 2020).

Segundo Weimer, Thomas e Dresch (2018), a corrosão representa um processo de deterioração do aço em estruturas de concreto armado, desencadeada por reações químicas e eletroquímicas que resultam na

oxidação do material. O primeiro indício desse fenômeno é a formação de óxido no aço, comprometendo sua integridade. Nesse contexto, as barras de armadura possuem naturalmente uma camada passivadora que as protege contra agentes corrosivos, entretanto, manifestações patológicas que afetam essa proteção podem iniciar o processo de corrosão.

A corrosão se manifesta inicialmente por meio de manchas, evoluindo para fissuras e, posteriormente, para o deslocamento do concreto devido à expansão do ferro. Problemas relacionados à corrosão são raros no curto prazo e durante a construção da estrutura, tornando-se perceptíveis apenas após um período prolongado de exposição, geralmente superior a 10 (dez) anos. Para mitigar os efeitos corrosivos, cabe ao concreto desempenhar um papel fundamental na proteção das armaduras, garantindo espessuras mínimas de cobertura que as resguardem contra agentes externos (Ribeiro *et al.*, 2018).

Grande parte das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado decorre das variações térmicas. Esse fenômeno induz alterações dimensionais nos elementos estruturais, resultando em dilatação ou contração, conforme a amplitude térmica. Em sequência, essas mudanças provocam tensões internas decorrentes da movimentação dos materiais, podendo levar ao surgimento de fissuras na estrutura. Os componentes mais expostos da edificação são particularmente suscetíveis a essas variações, apresentando maior deslocamento devido às diferenças térmicas (Duarte, 1998).

Conforme Magalhães (2004), o concreto pode experimentar variações de temperatura devido a influências externas, como mudanças climáticas bruscas, ou devido ao próprio uso da edificação. Além disso, durante o processo de execução da estrutura, a reação de hidratação do cimento é demasiado exotérmica, provocando aumento de temperatura. Sendo assim, essas flutuações térmicas resultam em uma contração nas peças estruturais, gerando tensões de tração na estrutura.

Tratando-se de sobrecarga, as fissuras em componentes estruturais podem surgir devido às tensões de tração, compressão ou cisalhamento. Nas vigas, as barras de aço localizadas na parte inferior são submetidas a esforços de flexão e tração, enquanto o concreto da parte superior sofre tensões de compressão. Para garantir a resistência ao cisalhamento, são empregadas armaduras específicas. As vigas subarmadas tendem a apresentar trincas de tração, enquanto as com baixa resistência ao cisalhamento desenvolvem trincas inclinadas. Já vigas de concreto de alta resistência ou de qualidade inferior podem exibir fissuras nas regiões de compressão (Carrilho, 2019).

As sobrecargas, previstas ou não, podem gerar trincas em estruturas de concreto armado sem necessariamente comprometer a estabilidade ou causar a ruptura da estrutura. Quando surgem fissuras em um componente estrutural, há uma redistribuição das tensões tanto ao longo do elemento fissurado quanto nos componentes adjacentes, permitindo que a carga externa seja absorvida de forma mais ampla pela estrutura ou por parte dela (Terrezo, 2021).

Nessa perspectiva, a reação álcali-agregado ocorre em determinados minerais potencialmente reativos existentes nos agregados, em contato com os álcalis dos cimentos e na presença de umidade (Andrade; Figueirôa, 2007). Dessa forma, entende-se por reação álcali-agregado o processo de deterioração do concreto endurecido, provocando, assim, a formação do gel expansivo (exceto para a reação álcali-carbonato) a partir da reação química que ocorre em alguns tipos de agregados reativos ou potencialmente reativos, quando em contato com os álcalis nos cimentos Portland, Óxido de Sódio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) e Óxidos de Potássio ( $\text{K}_2\text{O}$ ). A proporção da degradação depende da quantidade de álcalis disperso no cimento

A RAA manifesta-se na matriz do concreto por meio da reação entre os minerais reativos dos agregados e os álcalis provenientes do cimento, da água de amassamento ou de adições específicas, sendo uma reação caracteristicamente lenta (Dechichi, 1998). O surgimento de fissuras é um dos indícios mais relevantes da ocorrência da RAA em estruturas de concreto armado (Cichinelli, 2007). No entanto, a identificação precisa desse fenômeno pode ser desafiadora, pois há diversas outras causas potenciais para fissuração.

Quando as estruturas apresentam manifestações patológicas, é fundamental adotar métodos de reparo apropriados, considerando a origem e a severidade do problema. Entre as técnicas mais empregadas, destaca-se a selagem de fissuras, recomendada para casos de menor gravidade, como fissuras superficiais. Esse procedimento pode ser realizado com materiais flexíveis, como silicones ou mastiques, permitindo que

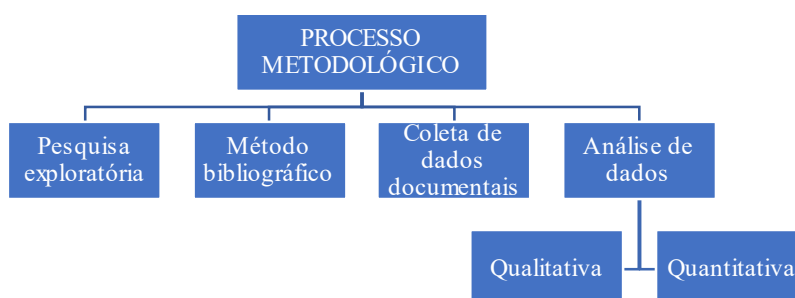
a estrutura acomode movimentações sem reincidência do problema. Para fissuras estáticas, a aplicação de resinas epóxi ou poliuretano assegura um reparo duradouro e eficaz.

Em fissuras de maior profundidade, a injeção de resinas epóxi ou poliuretânicas constitui uma alternativa eficiente, pois essas resinas penetram na fissura, promovendo a colagem das partes fraturadas, sendo amplamente adotadas em estruturas de concreto armado. Nos casos mais críticos, nos quais há comprometimento da segurança estrutural, pode ser necessário implementar técnicas de reforço. Métodos como a aplicação de fibra de carbono, chapas de aço ou concretos especiais contribuem para o aumento da resistência da área afetada, prevenindo novas trincas e garantindo a estabilidade da construção (Rennó, 2022).

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza bibliográfica, qualitativa e quantitativa, com delineamento descritivo, voltada à análise comparativa entre a utilização de resinas epoxídicas ou poliuretanas na injeção de fissuras, para fins de reparo estrutural. A abordagem metodológica permite uma análise ampla, tanto sob a perspectiva interpretativa (qualitativa) quanto na sistematização de dados objetivos extraídos das fontes (quantitativa), contribuindo para uma compreensão mais abrangente sobre o desempenho e a aplicabilidade dos métodos investigados.

A pesquisa bibliográfica foi conduzida por meio da análise de documentos, entre os quais estão normas técnicas da ABNT, livros especializados, artigos científicos, dissertações e trabalhos de conclusão de curso, todos relacionados ao tema da impermeabilização de fundações e elementos estruturais. Essas fontes foram selecionadas a partir de critérios como relevância temática, atualidade (publicações entre 2020 e 2025), confiabilidade da instituição de origem e aplicabilidade prática dos dados apresentados. A sequência que buscou-se seguir pode ser observada no fluxograma abaixo.

Figura 4: Fluxograma do processo metodológico adotado



Fonte: elaboração própria.

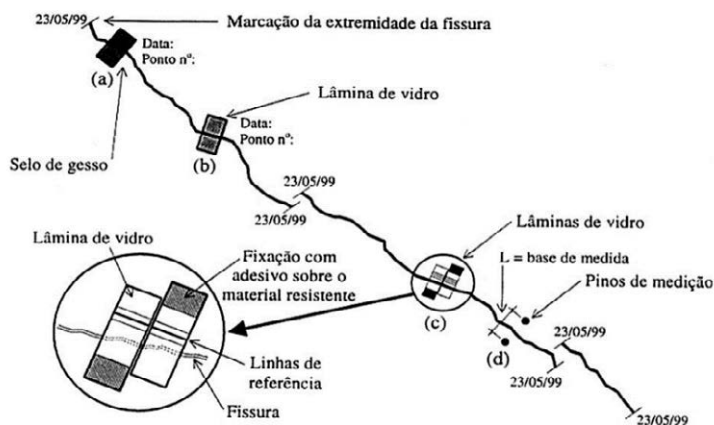
De acordo com Paramétrica, Engenharia e Arquitetura ([2025]), o sistema de injeção de resinas estrutural é empregado em obras de concreto armado no Brasil há aproximadamente 20 (vinte) anos e pode garantir à estrutura melhorias na sua monoliticidade, preenchimento de vazios e selamento de fissuras passivas. Para se determinar o melhor tipo de resina para determinada situação, é necessário realizar a identificação da grandeza da abertura da fissura, definir o objetivo do tratamento e verificar a presença de água ou agente corrosivo.

As resinas são classificadas em dois tipos: rígidas e flexíveis. A resina rígida possui função estrutural, sendo utilizada para recompor a monoliticidade da estrutura. Por sua vez, a resina flexível é aplicada para permitir que a fissura atue como junta de movimentação. A escolha do produto deve considerar fatores como a amplitude da fissura e a presença de água no ambiente de aplicação.

Em ambas as situações de injeção, ou com materiais flexíveis ou rígidos, existem duas técnicas para fazê-lo, através do bico por adesão ou do bico por perfuração. A primeira é mais indicada quando as pressões de injeção são mais baixas do que a ordem de 10 MPa, geralmente com abertura de fissuras acima de 8 mm (experiência própria), a outra, quando as pressões de injeção são maiores, podendo atingir até 25 MPa.

A dimensão da abertura das fissuras pode ser determinada por meio de instrumentos como o calibrador de lâminas, que consiste na inserção de lâminas de aço ou alumínio com diferentes espessuras calibradas na fissura, permitindo uma estimativa precisa. O desenvolvimento das fissuras também pode ser monitorado pela implementação de selo de gesso, colagem de lâminas de vidro ou fixação de pinos de medição, como demonstra Silva e Helene (2011).

Figura 5: Método de acompanhamento de fissuras com selo de gesso



Fonte: Silva e Helene (2011)

O objetivo do tratamento pode variar entre a reconstituição do monolitismo da estrutura ou a criação de uma junta natural. No segundo caso, a estrutura permanecerá instável, e a região de encontro da fissura continuará apresentando movimentação. Por fim, a escolha do tipo de resina deve considerar o ambiente no qual ela será exposta. Em condições agressivas, como canalizações de esgoto, as resinas epoxídicas são mais indicadas devido à sua elevada resistência a ataques químicos, garantindo maior durabilidade e desempenho do reparo.

Para Thomaz (2003), as resinas de poliuretano são utilizadas para fechamento elástico e vedação de fissuras secas, de fissuras úmidas ou de fissuras com água percolando. Caso haja água percolando, sob pressão, deve ser utilizada inicialmente uma espuma de poliuretano, com espuma de “pega rápida” para parar o fluxo da água. Os poliuretanos flexíveis são alongáveis e compressíveis e são os únicos materiais recomendáveis para preencher e vedar fissuras com abertura variável ao longo do tempo. Um dos critérios que deve ser testado antes da aplicação é o alongamento admissível do poliuretano, pois este diminui com o aumento da espessura do filme de poliuretano.

Segundo Takagi, Almeida Júnior (2002; IBRACON, 2009), a aplicação de resina à base de poliuretano é favorecida por sua baixa viscosidade, proporcionando boa penetração e sendo indicada para fissuras com abertura superior a 0,1 mm. Além disso, em situações nas quais há fluxo de água ou pressão hidrostática, recomenda-se, inicialmente, o uso da resina de poliuretano hidrorreativa expansiva para conter a infiltração. Essa espuma reage em um intervalo de 30 (trinta) a 60 (sessenta) segundos ao entrar em contato com a água, expandindo de 10 (dez) a 40 (quarenta) vezes o volume original. Após essa etapa, pode-se aplicar a resina de poliuretano para selamento ou restauração da monoliticidade da estrutura, considerando a presença ou ausência de umidade.

De acordo com a Empresa Vedacit (2003), a utilização de resinas epóxi é recomendada geralmente para trincas profundas (maiores que 25 mm de profundidade), mas que não apresentam movimentação. Segundo Takagi, Almeida Júnior (2002; IBRACON, 2009), a resina epóxi apresenta alta resistência tanto à compressão (entre 60 e 100 MPa) quanto à tração (entre 30 e 50 MPa), sendo utilizada na recuperação de elementos estruturais. Sua baixa viscosidade facilita a penetração nas fissuras, proporcionando um preenchimento eficiente e reforçando a integridade da estrutura.

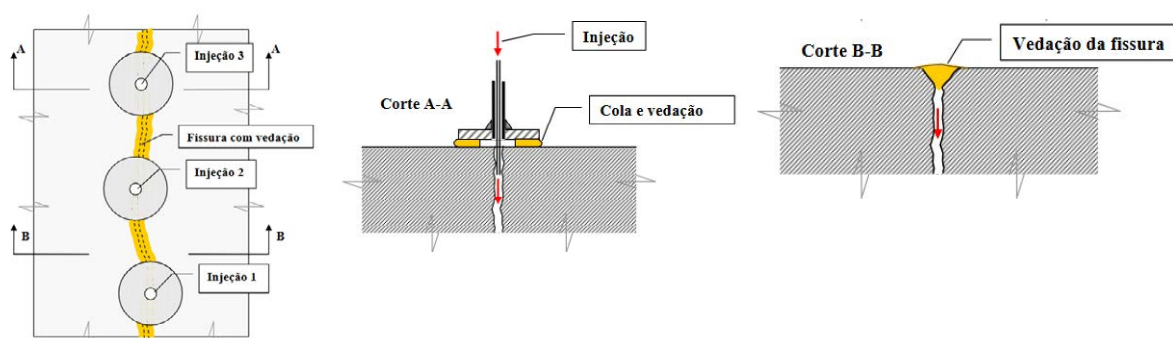
Nesse cenário, a umidade pode provocar a formação de bolhas no material, reduzindo sua resistência e prejudicando sua aderência à estrutura. Nas situações em que o teor de umidade supera 15%, a resistência da resina pode sofrer uma redução expressiva, chegando a até 90%, tornando essencial a avaliação da umidade antes da aplicação para garantir a durabilidade da recuperação (Takagi; Almeida Júnior, 2002; IBRACON, 2009).

No método de aplicação de ambas as resinas, a primeira etapa do processo consiste na limpeza do local da fissura e dos furos, garantindo a remoção de agentes contaminantes que possam comprometer a aderência dos materiais de reparo. A perfuração da estrutura de concreto é realizada com brocas de grande comprimento, cujo diâmetro deve ser compatível com o bico injetor empregado na operação.

Segundo Takagi, Almeida Júnior (2002; IBRACON, 2009), quando se adota a técnica de injeção cruzada com bicos injetores de perfuração posicionados a 45° em relação à superfície da estrutura, a resina é direcionada para o centro da fissura, garantindo uma melhor penetração. O espaçamento entre os furos deve corresponder a 50% da espessura do elemento quando a injeção for realizada em apenas uma face. Já no método que utiliza bicos injetores de adesão, o espaçamento entre os furos deve ser equivalente à espessura do elemento quando a injeção ocorrer por uma única face. Se a aplicação for realizada em ambas as faces, a distância entre os furos deve corresponder a 50% da espessura do elemento, garantindo a distribuição eficiente da resina e a adequada recuperação da estrutura (Takagi; Almeida Júnior, 2002; IBRACON, 2009).

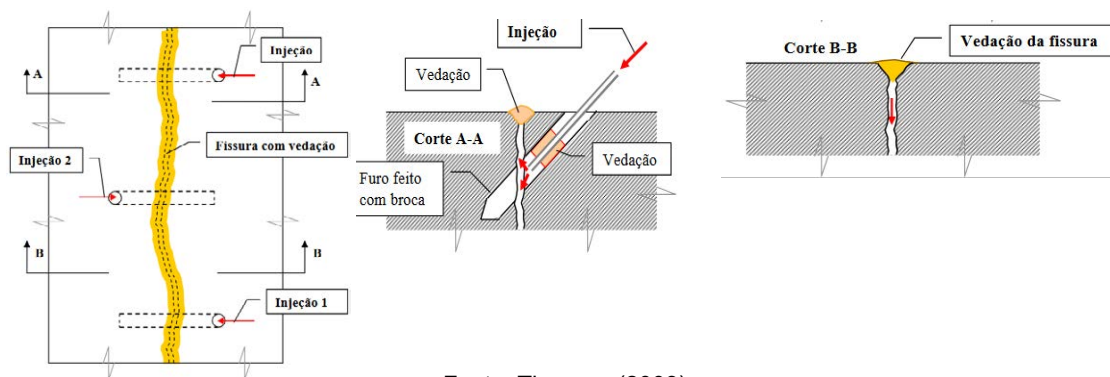
Takagi, Almeida Júnior (2002; IBRACON, 2009) complementam que, para a utilização de bicos injetores de adesão, é necessário realizar um selamento superficial ao longo da fissura, deixando os últimos 2 a 3 cm sem vedação para permitir a liberação do ar aprisionado dentro da fissura. O processo de injeção pode ser iniciado após um período de 24 (vinte e quatro) horas, tempo suficiente para que o adesivo adquira resistência ao arranque. Quando há fluxo de água ou pressão hidrostática, os bicos de perfuração são mais apropriados, pois seu mecanismo de fixação ocorre por meio da compressão da borracha contra as paredes do furo. Além disso, quando submetidos a pressões elevadas, superiores a 200 bar, esses bicos possuem um sistema de alívio que evita danos à estrutura durante o processo de recuperação (Takagi; Almeida Júnior, 2002; IBRACON, 2009).

Figura 6: Injeção de fissuras com bico de adesão



Fonte: Thomaz, (2003)

Figura 7: Injeção de fissuras com técnica cruzada



Fonte: Thomaz, (2003)

### 3 Resultados e discussão

Para discussão das características dos materiais, foram avaliadas diferentes marcas e composições, podendo ser citadas as marcas “Sika”, “MC Bauchemie”, “Penetron”, “Denver” e “Viapol”.

**Tabela 2:** Características mecânicas da resina epóxi Sika

<b>Sikadur®-55 SLV</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Detalhes</b>
<b>Resistência</b>	Compressão: Até 82,7 MPa (28 dias); Flexão: 58,6 Mpa; Tração: 48,9 Mpa; Cisalhamento: 40 Mpa; Adesão Concreto/Concreto: 17,2 MPa (cura úmida); Adesão Concreto/Aço: 11,0 MPa (cura úmida); Temperatura de deflexão térmica: 43°C
<b>Vantagens</b>	Baixíssima viscosidade; Alta aderência; Endurecimento rápido; Proteção contra água, cloretos e agentes químicos; Indicado para áreas expostas ao tráfego
<b>Desvantagens</b>	Pode manchar a superfície do concreto; Não pode ser usado como formador de filme; Libera fumaça se deixado no recipiente após mistura; Atua como barreira ao vapor após aplicação
<b>Restrições de Uso</b>	Uso exclusivo por profissionais experientes; Temperatura de aplicação: 4°C a 35°C; Não recomendado para fissuras maiores que 6 mm; Idade mínima do concreto: 21 a 28 dias; Não pode ser aplicado em superfícies com pressão hidrostática; Não deve ser diluído com solventes; Deve ser mantido longe de fontes de calor e chama

Fonte: adaptado da ficha técnica Sika (2019).

**Tabela 3:** Características mecânicas da resina epóxi Denver

<b>Denverpóxi Injeção</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Detalhes</b>
<b>Resistência</b>	Compressão: 90 MPa (24h); 117 MPa (7 dias); Tração: 9 MPa (24h); 58 MPa (7 dias); Alongamento: 14% (7 dias); Dureza Shore A: > 100 (7 dias); Viscosidade: 200 cPs (25°C); Aderência: Superior à resistência à tração e cisalhamento.
<b>Vantagens</b>	Elevada aderência; Sem retração; Alto poder de penetração; Restauração estrutural; Durabilidade elevada.
<b>Desvantagens</b>	Exige superfície limpa e seca; Necessário manuseio cuidadoso; Restrição de temperatura de armazenamento e aplicação; Dificil remoção após endurecimento.
<b>Restrições de Uso</b>	Aplicação por profissionais experientes; Temperatura de armazenamento: Até 25°C; Consumo médio: 0,25 kg/m de fissura; Necessário uso de solvente para limpeza; Contato com pele e olhos deve ser evitado.

Fonte: adaptado da ficha técnica Denver impermeabilizantes (2002a).

**Tabela 4:** Características mecânicas da resina epóxi Viapol

<b>Viapoxi Injeção</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Detalhes</b>
<b>Resistência</b>	Viscosidade: 130 CPs; Resistência à compressão: > 65 MPa; Cura inicial: 24 horas; Cura final: 7 dias; Temperatura de aplicação: +5°C a +30°C; Trabalhabilidade (20°C): 30 minutos.
<b>Vantagens</b>	Alto poder de penetração; Elevada aderência sem retração; Baixa viscosidade, adequada para fissuras a partir de 0,2 mm; Protege contra agentes agressivos; Alta resistência mecânica e durabilidade.
<b>Desvantagens</b>	Exige superfície limpa e seca; Pressão de injeção varia conforme a fissura; Restrição de temperatura para armazenamento e aplicação; Dificil remoção após cura.
<b>Restrições de Uso</b>	Aplicação em fissuras estáticas; Recuperação do monolitismo estrutural; Exige técnica de aplicação específica; Uso de EPIS recomendado; Destinação correta dos resíduos.

Fonte: adaptado da ficha técnica Viapol (2021)

**Tabela 5:** Características mecânicas da resina epóxi MC Bauchemie

<b>MC-Injekt 1264 compact</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Detalhes</b>
<b>Resistência</b>	Densidade: 1,08 kg/L; Tempo de trabalhabilidade: 30 minutos; Viscosidade: 300 mPa.s; Resistência à compressão: 70 MPa; Resistência à tração na flexão: 30 MPa; Alongamento na ruptura: 6%; Módulo de elasticidade: 2.600 MPa.
<b>Vantagens</b>	Baixa viscosidade; Bom período de trabalhabilidade; Boa penetração em trincas e cavidades $\geq$ 0,3 mm; Boa absorção capilar; Não retrai; Boa aderência ao concreto e ao aço; Extremamente durável.
<b>Desvantagens</b>	Requer superfície limpa e livre de contaminantes; Tempo de aplicação pode variar conforme temperatura e umidade; Mistura precisa ser homogênea para desempenho adequado; Exige equipamento específico para aplicação.
<b>Restrições de Uso</b>	Aplicação entre 8 °C e 35 °C; Proporção de mistura: 2,5:1 (A:B); Uso de proteção para pele e olhos durante manuseio; Equipamento adequado para injeção necessário; Remoção mecânica após endurecimento.

Fonte: adaptado da ficha técnica MC Bauchemie Indústria e Comércio (2023).

**Tabela 6:** Características mecânicas da resina de poliuretano Denver

<b>PC® Leakinject Uni 6816 E</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Detalhes</b>
<b>Resistência</b>	Expansão de 1700% a 2200%; Baixa viscosidade; Resiste à pressão hidrostática elevada; Tempo de reação entre 15s e 4min.
<b>Vantagens</b>	Não retrai ao endurecer; Vedação permanente; Dispensa primer; Baixíssima viscosidade.
<b>Desvantagens</b>	Vedação temporária; Não indicado para uso estrutural; Expansão elevada pode exigir controle preciso na aplicação.

Fonte: adaptado da ficha técnica Denver impermeabilizantes (2002b).

**Tabela 7:** Características mecânicas da resina de poliuretano Penetron

<b>PENETRON INJECT FOAM</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Detalhes</b>
<b>Vantagens</b>	Expansão ajustável conforme proporção de mistura; Aplicação eficiente em fissuras com grande fluxo d'água; Alta durabilidade e resistência estrutural; Boa compatibilidade com concreto.
<b>Desvantagens</b>	Exige mistura precisa dos componentes; Tempo de reação depende da proporção de catalisador; Necessário equipamento de injeção pressurizada.
<b>Restrições de Uso</b>	Superfície deve estar limpa e livre de contaminantes; Pressão de injeção recomendada entre 4 e 6 bar; Mistura deve ser feita com baixa rotação para homogeneização; Remoção dos bicos de injeção após 48 (quarenta e oito) horas; Fissuras podem exigir reaplicação para preenchimento completo.

Fonte: adaptado da ficha técnica Penetron: total concreto protection (2024).

**Tabela 8:** Características mecânicas da resina de poliuretano MC Bauchemie

<b>MC-Injekt 2700</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Detalhes</b>
<b>Vantagens</b>	Baixa viscosidade; Boa aderência em superfícies úmidas; Formação de espuma limitada em contato com água; Rápida reação; Altas resistências à compressão e à tração; Alta durabilidade; Aplicação eficiente mesmo sob fluxo d'água.
<b>Desvantagens</b>	Exige superfície limpa e livre de contaminantes; Mistura precisa para desempenho adequado; Necessário uso de equipamentos específicos de injeção.

<b>Restrições de Uso</b>	Aplicação entre 5 °C e 40 °C; Temperatura mínima do material: 5 °C; Mistura na proporção de 1:1 (A:B); Uso de aceleradores e aditivos conforme necessidade; Material endurecido só pode ser removido mecanicamente.
<b>Resistência</b>	Densidade: 1,13 kg/L (mistura); 1,06 kg/L (Componente A); 1,22 kg/L (Componente B); Viscosidade: 200±50 mPa.s; Tempo de trabalhabilidade: 30 segundos; Resistência à compressão: ≥ 71 MPa (24 horas); Resistência à tração na flexão: ≥ 45 MPa (24 horas); Resistência à tração: ≥ 60 MPa; Temperatura de transição vítrea: 60,4°C; Expansão com água: 1 - 10 vezes conforme confinamento.

Fonte: adaptado da ficha técnica MC Bauchemie Indústria e Comércio (2022).

**Tabela 9:** Características mecânicas da resina de poliuretano Sika

<b>Sika® Injection-250 VEDA</b>	
<b>Categoria</b>	<b>Detalhes</b>
<b>Vantagens</b>	Baixa viscosidade; Penetração em fissuras de até 0,2 mm; Impermeável após cura; Flexível e elástico; Quimicamente resistente. Permanentemente elástico; Não retrai em condições secas subsequentes; Pode ser injetado como único componente do sistema; Boa compatibilidade com concreto.
<b>Desvantagens</b>	Exige superfície limpa e livre de contaminantes; Tempo de reação varia conforme dosagem do acelerador; Mistura precisa para desempenho adequado.
<b>Restrições de Uso</b>	Aplicação exclusiva por profissionais experientes; Superfície deve ser limpa e seca; Armazenamento entre 5°C e 30°C; Proporção de mistura 1:1 (A:B).
<b>Resistência</b>	Densidade: Parte A ~ 1,02 kg/L; Parte B ~ 1,15 kg/L; Viscosidade da mistura ~ 180 mPa.s; Tempo de reação entre 22 min e 330 min, dependendo da dosagem do acelerador.

Fonte: adaptado da ficha técnica Sika (2019).

Nesse sentido, as bibliografias e fichas técnicas comprovam a eficiência de ambas as opções, quando aplicadas a casos específicos em questão recomendadas, apresentando significativa melhora na resistência do elemento. A aplicação de resina epóxi é mais indicada para trincas profundas em locais onde não haja contato com a umidade e que não apresentem movimentação. Já as resinas de poliuretano são indicadas para locais úmidos ou em contato direto com a água, podendo também ser aplicadas em locais onde há movimentação da estrutura e onde as fissuras possuem finas espessuras. A resina epóxi deve sempre trabalhar em temperaturas controladas e nunca acima de 70 °C, o que pode comprometer a sua viscosidade e desempenho. A resina de poliuretano, por sua vez, pode ser exposta a maiores temperaturas.

#### 4 Conclusão

Com base nos resultados encontrados, pode-se descrever que as manifestações patológicas em estruturas de concreto armado são identificadas com frequência na construção civil e podem advir de diversos fatores. A manutenção, os cuidados de execução e a elaboração eficaz de projetos são os grandes responsáveis pelo bom desempenho da estrutura, influenciando diretamente a presença ou ausência de anomalias como as fissuras.

Foi possível perceber, por meio das análises, que as fissuras, principais manifestações que atingem as estruturas, podem ser causadas por fatores como retração, corrosão das armaduras, reação dos álcalis, influência da temperatura, entre outros motivos. Além disso, foi possível conhecer um dos principais métodos de reparo de fissuras utilizados no mercado: a injeção de resinas. Esse método, conforme observado, pode tratar tanto fissuras em movimentação quanto as que já se encontram estabilizadas, representando uma alternativa eficaz para garantir a continuidade do desempenho da estrutura, recuperando sua monoliticidade e impedindo o surgimento de novas anomalias.

Por fim, foram observadas as características positivas e negativas das resinas epóxi e poliuretanos, quando aplicadas ao tratamento de reparo em estruturas. Concluiu-se que as condições ambientais, a profundidade da fissura e as condições de movimentação poderão influenciar na escolha do material. Considera-se, portanto, que os objetivos iniciais propostos com o trabalho foram atingidos, tendo em vista o cumprimento de todos os objetivos secundários. Visualizou-se com clareza as características de cada material analisado, o seu método de aplicação e também os ganhos de desempenho após sua aplicação.

## Referências

ANDRADE, T.; FIGUEIRÔA, J. P. **O ataque da Reação Álcali Agregado sobre as estruturas de Concreto**: a descoberta pioneira da ocorrência do problema em fundações de pontes e edifícios na Região Metropolitana do Recife. Recife-PE: Editora Universitária da UFPE, 2007. 228p. Il., fig., tab., graf., fotos.

ARAÚJO, M. Todo Concreto Fissura? Uma Análise Técnica sobre Fissuração em Estruturas de Concreto. **Blog Instituto Nova Engenharia**, Rio Grande do Sul, 2025. Disponível em: <https://institutonovaeng.com.br/2025/02/25/todo-concreto-fissura-uma-analise-tecnica-sobre-fissuracao-em-estruturas-de-concreto/>. Acesso em: 18 maio. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 15575-2**: Edificações habitacionais – Desempenho parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BATISTA, C.C.P. **Estudo das manifestações patológicas e técnicas de reparo nas estruturas dos reservatórios elevados da cidade de São José de Piranhas/PB**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-IFPB, Campus Cajazeiras, Paraíba, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/handle/177683/1890>. Acesso em: 24 maio 2025.

CANOVAS, M. F. **Patologia e terapia do concreto armado**. São Paulo. Editora Falcão Bauer, 1988.

CARRILHO, B. T. **Estudo de caso**: manifestações patológicas na edificação da Estação Municipal de Dourados-MS. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/2323/1/BeatrizTaynaraCarrilho.pdf>. Acesso em: 24 maio 2025.

CICHINELLI, G. C. Álcali-agregado, Reação perigosa. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 125, ago. 2007. Disponível em: [http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/125/artigo\\_285390-5.aspx](http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/125/artigo_285390-5.aspx). Acesso em: 24 maio 2025.

DECHICHI, M. **Reação alcali-agregado**: Estudo das propriedades elásticas e mecânicas através da utilização de inibidores. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Faculdade de Engenharia Civil Campinas, São Paulo, 1998. DOI: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.1998.173830>

DENVER IMPERMEABILIZANTES. Resina epóxi para injeção e colmatação de fissuras, trincas e juntas. **SOPREMA**, São Paulo, 2002a. Disponível em: <https://denverimper.com.br/>. Acesso em: 24 maio 2025.

DENVER IMPERMEABILIZANTES. Resina rígida de injeção de vedação de água PC LEAKINJECT UNI 6816 E. **SOPREMA**, São Paulo, 2002b. Disponível em: <https://denverimper.com.br/>. Acesso em: 24 maio 2025.

DUARTE, R. B. **Fissuras em alvenarias**: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação. Porto Alegre: CIENTEC, dez.1998. Boletim técnico, n. 25.

GRANATO, J. E. **Patologia das construções**. São Paulo: [s. n.], 2002: Disponível: <http://irapuama.dominiotemporario.com/doc/Patologiadasconstrucoes2002.pdf>. Acesso em: 25 maio 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO. Concreto: material mais consumido no mundo. **IBRACON**, São Paulo, Ano XXXVII, n. 53, p.1-80, jan./mar. 2009. Disponível em: [http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas\\_ibracon/rev\\_construcao/pdf/Revista\\_Concreto\\_53.pdf](http://ibracon.org.br/publicacoes/revistas_ibracon/rev_construcao/pdf/Revista_Concreto_53.pdf). Acesso em 20 maio 2025

LOURENÇO, A. M. C. **Análise de fissuras em uma instituição de ensino da cidade de Joca Claudino-PB: estudo de caso**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação e Tecnologia, Cajazeiras, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/1887/1/TCC%20Ana%20Maria%20do%20Carmo%20Louren%C3%A7o.pdf>. Acesso em: 25 maio 2025.

MAGALHÃES, E.F. **Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no Estado do Rio Grande do Sul**. 2004. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10135/000521582.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 maio 2025.

MC-BAUCHEMIE INDÚSTRIA E COMÉRCIO. MC-Injekt 1264 compact: Durômetro epoxídico para reparo estrutural de trincas por injeção. **MC Construir é cuidar**, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.mc-bauchemie.com.br/produtos/sistemas-injecao/resinas/mc-injekt-1264-compact.html>. Acesso em: 26 maio 2025.

MC-BAUCHEMIE INDÚSTRIA E COMÉRCIO. MC-Injekt 2700: Durômetro de poliuretano estrutural para reparo de fissuras por injeção. **MC Construir é cuidar**, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://www.mc-bauchemie.com.br/produtos/sistemas-injecao/resinas/mc-injekt-2700.html>. Acesso em: 26 maio 2025.

MEDEIROS, J. V. F. **Levantamento das manifestações patológicas nas escolas municipais de Cajazeiras – PB: estudo de caso**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologias da Paraíba, Cajazeiras, 2019.

PARAMÉTRICA, ENGENHARIA E ARQUITETURA. Injeção de Resina Epóxi. **Parametricaeng**, São Paulo, [2025]. Disponível em: <https://parametricaeng.com/injecao-de-resina-epoxi/>. Acesso em: 20 maio 2025.

PENETRON TOTAL CONCRETO PROTECTION. Penetron Inject Foam; Resina de poliuretano para selamento de fissuras com grande fluxo de água. **Penetron Brasil**, São Paulo, 2024. Disponível em: <https://penetron.com.br/produtos/penetron-inject-foam/2024> .

RENNÓ, L. A. **Patologias na Construção Civil: trincas, rachaduras e fissuras**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhanguera, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://repositorio.pgsscogna.com.br/handle/123456789/57593>. Acesso em: 19 maio 2025.

RIBEIRO, D. V. *et al.* **Corrosão e degradação em estruturas de concreto: teoria, controle e técnicas de análise e intervenção**. 2.ed. Rio de Janeiro: GEN LTC, 2018.

SANTANA, G. A. **Levantamento de manifestações patológicas em reservatórios de concreto armado no município de Alegrete/RS**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete, Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/server/api/core/bitstreams/297939c9-9ee4-48f0-9842-f4e7daa13f6b/content>. Acesso em: 19 maio 2025.

SENA, G. O.; NASCIMENTO, M. L. M.; NABUT NETO, A. C. **Patologia das construções**. Salvador: 2B Ltda, 2020.

SIKA BRASIL. Sika Injection 250 VEDA: resina elástica de poliuretano para injeção. **Sika S/A**, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://bra.sika.com/>. Acesso em: 19 maio 2025.

SIKA BRASIL. Sikadur 55 SLV: Resina epóxi de baixíssima viscosidade, tolerante à umidade, para injeção de fissuras e vedação por gravidade. **Sika S/A**, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://bra.sika.com/>. Acesso em: 19 maio 2025.

SILVA FILHO, L. C. P.; HELENE, P. Análise de estruturas de concreto com problemas de resistência e fissuração. **Concreto: Ciência e Tecnologia**, São Paulo, v. 2, Cap.32. p. 1129-1174, 2011.

SOUZA, V. C. M. D.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 2009.

TAKAGI, E. M.; ALMEIDA JUNIOR, W. Utilização de tecnologias de injeção para o aumento da durabilidade das estruturas de concreto armado. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - BRACON, 44., 2002, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: IBRACON, 2002. 1 CD-ROM.

TERREZO, V. B. S. **Fissuras em edificações**: causas e tratamentos. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenheiro Civil) - Universidade Estadual Paulista "Júlio De Mesquita Filho", Câmpus de Ilha Solteira, São Paulo, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/214496>. Acesso em: 24 maio 2025.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios**: causas, prevenção e recuperação. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

THOMAZ, E.C.S. **Fissuração** - 168 Casos Reais. [S. l.], 2003. Disponível em: [http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/fissuracao/Coletanea\\_Fissuracao\\_Eduardo\\_Thomaz.pdf](http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/fissuracao/Coletanea_Fissuracao_Eduardo_Thomaz.pdf). Acesso em: 23 maio 2025.

VEDACIT. **Manual técnico de recuperação de estruturas**. 39.ed. São Paulo: VEDACIT, 2003. Disponível em: [https://www.trincas.net.br/manual\\_recup.pdf](https://www.trincas.net.br/manual_recup.pdf). Acesso em: 18 maio 2025.

VIAPOL. Viapoxi Injeção: Resina epóxi de baixa viscosidade para injeção em concreto. **Viapol**, Caçapava, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.viapol.com.br/media/558257/ft-viapoxi-inje%C3%A7%C3%A3o-05-2021.pdf>. Acesso em: 18 maio 2025.

WEIMER, B. F.; THOMAS, M.; DRESCH, F. **Patologia das estruturas**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. *E-book*. Disponível: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595023970/pageid/>. Acesso em: 25 maio 2025.

### Sobre o autor:

---

#### Laysa Cruz Machado

Engenheira Civil, docente na faculdade CHRISFAPI, especialista em Docência do Ensino Superior e Engenharia Diagnóstica e Tratamento de Manifestações Patológicas em Obras. Na área de patologia das construções, atua na oferta de serviços de vistorias, inspeções, laudos e assessoria técnica, atuando como perita judicial de engenharia na 5 Vara da Comarca de Teresina. Atua também na elaboração de orçamentos residenciais e comerciais de médio e alto padrão, projetos legais e complementares de engenharia e regularização técnica junto ao corpo de bombeiros para edificações comerciais.

---

#### Como citar:

MACHADO, Laysa Cruz. Injeção de Resinas para Reparo Estrutural: Comparativo entre Epóxi e Poliuretano. **Rev. Tecnologia**, Fortaleza, v. 46, p. 1-15, 2025. DOI: <https://doi.org/10.5020/23180730.2025.16212>

**Aceito em:** 05/08/2025

**Avaliado em:** 28/11/2025