



## Análise de riscos associados a patologias na construção civil

MACHADO, Lucas Pataro Gomes<sup>1</sup>; HERVÊ, Márcio<sup>2</sup>.

[lucasmachado\\_14@hotmail.com](mailto:lucasmachado_14@hotmail.com)<sup>1</sup>; [marcio\\_herve@yahoo.com.br](mailto:marcio_herve@yahoo.com.br)<sup>2</sup>

Especialização em Gestão e Gerenciamento de Projetos, NPPG/Poli/UFRJ, Rio de Janeiro.

### Informações do Artigo

Palavras-chave:

Patologia

Concreto Armado

Riscos

### Resumo

*Este artigo aborda os riscos oferecidos pelas manifestações patológicas em estruturas de concreto armado, assim como seus efeitos e como devem ser corrigidas de forma a minimizar seus danos. O assunto é brevemente introduzido, ressaltando sua importância com base na lei e em casos de desabamento que ocorreram, e é seguido por uma explicação sobre como funcionam as principais patologias de risco em concreto armado: fissuras e trincas, desagregação, carbonatação, corrosão da armadura e infiltração; além do risco que oferecem e como deve ser realizada a reparação de cada uma. Conclui-se que são diversos os fatores para que ocorram manifestações patológicas, desde erros na concepção do projeto até acidentes provocados por fatores ambientais. Porém, seus riscos sempre podem ser reduzidos ao fazermos uma inspeção periódica, não permitir que patologias simples evoluam para outras de mais difícil recuperação, sempre trabalharmos de forma preventiva e sabermos lidar com o problema caso ele apareça.*

### 1. Introdução

Ao longo da história da construção civil, muitas inovações surgiram, diferentes processos construtivos e, com eles, novos problemas. Deteriorações estruturais sempre existiram, estas podem ser provocadas pelos mais diferentes motivos, sejam eles pelo envelhecimento natural da estrutura, exposição a intempéries, irresponsabilidade dos profissionais que, por vezes optam por uma opção mais econômica na escolha de materiais e, com isto, negligenciam a integridade estrutural da construção, erros de projeto e, até mesmo, por acidentes. A essas deteriorações estruturais damos o nome, na construção civil, de patologias, e cada uma delas apresenta certo grau de risco. Podem ser inofensivas, como o desbotamento da tinta de

uma parede, mas podem também ser responsáveis por grandes desastres e acidentes, no caso da exposição e deterioração de um ferro estrutural, que pode ocasionar o desabamento da estrutura. Estes riscos podem ser mitigados ou até mesmo evitados ao fazermos uma análise mais cuidadosa dos mesmos. Por isto, vê-se uma necessidade de se fazer um estudo direcionado a este assunto, que é o que este trabalho busca contemplar. A ideia é analisar as patologias que oferecem maior risco à segurança das pessoas, como identificá-las, contê-las e restaurá-las, de forma a reduzir ou até mesmo eliminar os riscos por elas oferecidos.

A importância deste assunto é tamanha que em março de 2013 foi instituída no Rio

de Janeiro a Lei Estadual nº 6400 [1], conhecida como Lei de Inspeção Predial ou Lei da Autovistoria. Esta lei prevê a realização de uma vistoria periódica em todos os prédios do estado com o objetivo de garantir sua segurança e estabilidade ao identificar suas condições de conservação. Um laudo técnico de vistoria predial é emitido por um engenheiro ou arquiteto que fica responsável por verificar as necessidades de manutenção da construção.

Estas vistorias prediais são, em outras palavras, uma análise de riscos das patologias presentes nas edificações. Todo acidente que envolve edifícios, como o desabamento dos mesmos, previamente possuem sinais que indicam que a estrutura está comprometida. Sempre haverá rachaduras, fissuras, exposição do ferro estrutural, infiltrações dentre outras patologias que indicam que o estado daquela estrutura está comprometido e necessita urgentemente de trocas, reparos ou reforço para evitar uma possível tragédia.

Há um histórico diverso de casos de desabamento. No Rio de Janeiro, houve o caso do Palace II, na Barra da Tijuca, que desmoronou por um erro estrutural de cálculo nas vigas de sustentação e a ciclovia Tim Maia, que não suportou as fortes ondas e tempestades incidindo sobre ela são exemplos. Não é tão incomum uma notícia de desabamento estrutural, que poderia ser evitado se houvesse uma melhor preparação na elaboração dos projetos cuja etapa de análise de riscos é fundamental.

Figura 1 – Destruição do edifício Palace II



Fonte: Wikipedia [2]

Com vidas em risco, é essencial analisarmos cautelosamente estas patologias mais perigosas para tomarmos medidas a fim de minimizar os danos e prolongar a vida útil da estrutura. Por ter este objetivo em mente, o foco deste trabalho será patologias em estruturas de concreto armado.

## 2. Patologias de concreto armado

Estruturas de concreto armado podem sofrer diferentes manifestações patológicas, muitas podem apresentar grande semelhança, mas possuir origens distintas. A maior parte das estruturas feitas de concreto armado são feitas in loco, dentro do próprio canteiro de obras, isto dá espaço para que haja muita imperícia e erro humano, o que por sua vez ocasiona diferentes manifestações patológicas. A empresa JEAN BLEVOT, em 1974, realizou um estudo sobre os fatores que causam manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado, Valente [3] organizou uma tabela com base neste estudo, que se baseou em uma análise de documentos de 2.979 sinistros presentes nos arquivos do Bureau Securitas e Socotex, duas empresas de construção civil.

Tabela 1 – Percentuais das causas que produziram defeitos nas construções de concreto

Tipo de problema	(%)
Erros de concepção	3,5
Erros nas hipóteses de cálculo, erros materiais e ausências de estudos	8,5
Disposições defeituosas em certos elementos ou na transmissão de esforços	2,5
Falhas resultantes de deformações excessivas	19,7
Falhas resultantes dos efeitos de variações dimensionais (térmica)	43,7
Defeitos de execução	16,5
Fenômenos químicos	4,0
Causas diversas	1,6

Fonte: Valente [3]

Ao observar a tabela, vemos que os problemas mais comuns são resultantes de variações dimensionais, seguido de deformações excessivas, ou seja, são provocados pelo próprio ambiente e suas intempéries. Não menos importante, erros provindos de execução, materiais e cálculos também contribuem significativamente para

a aparição de patologias nas estruturas de concreto armado. Este risco que se origina no erro humano é mais viável de ser mitigado com uma supervisão mais rigorosa na obra, revisão de cálculos e um projeto melhor estruturado, que possua todas as suas etapas devidamente contempladas, supervisionadas e revisadas.

Dentre as principais manifestações patológicas que surgem decorrentes destes problemas acima citados, este artigo buscará contemplar as mais relevantes e que oferecem maior grau de risco: fissuras e trincas, desagregação, corrosão da armadura, carbonatação e infiltração. Além disto trabalharemos formas de identificá-las e evitá-las.

#### **a. Fissuras e trincas**

A fissura ou trinca é a separação da argamassa ou concreto causada pela fratura do material. A NBR 15.575:2013 [4] define fissura como o seccionamento na superfície ou em toda seção transversal da estrutura, com abertura capilar, provocado por tensões tangenciais ou normais. De acordo com a NBR 9575 [5], consideram-se microfissuras, aberturas inferiores a 0,05 mm, fissuras, aberturas até 0,5mm e, trincas, aberturas entre 0,5mm e 1 mm; vale ainda citar as rachaduras, que possuem abertura superior a 1mm. Em geral, fissuras afetam apenas o revestimento e não apresentam muito risco, entretanto deve-se atentar para aberturas que indiquem trincas e rachaduras, pois estas podem comprometer seriamente a estrutura, principalmente se atreladas a outras patologias, como infiltrações.

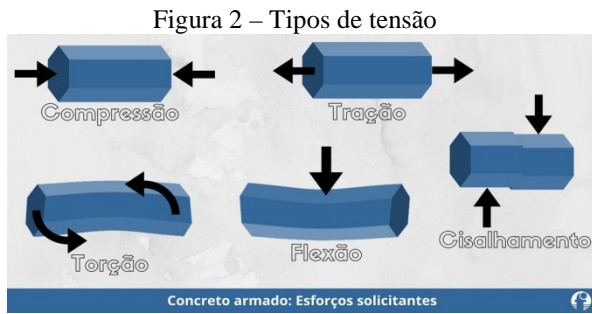
As fissuras podem ocorrer antes do endurecimento do concreto, e podem ser causadas pela dosagem errada do concreto, como danos por congelamento precoce e acomodações plásticas ou devidas aos apoios, como é o caso dos deslocamentos das formas e assentamentos do sub-grade; ou depois do endurecimento do concreto. Estas últimas se subdividem em quatro tipos:

1. As causas físicas: retração dos agregados e do concreto;
2. As causas químicas: corrosão das armaduras, reação álcalis-agregado e carbonatação;
3. As causas ambientais: gelo e degelo, variações térmicas, gradiente térmico durante a hidratação;
4. As causas estruturais: carregamento acidental, fluência, vibração, recalque na fundação, carregamento subdimensionado ou acréscimo do carregamento.

No primeiro tópico, excesso de finos acarreta maior consumo de água de amassamento, gerando maior retração por secagem, por isso o agregado deve apresentar granulometria contínua e teor de finos adequado. As tensões internas são geradas na cura mal feita do concreto, através do excesso de calor e hidratação, perda de água e uma proteção térmica ineficiente da estrutura, que resulta em esforços de tração, responsáveis pela fissuração do concreto. Para evitar isso, deve ser feita a cura apropriada do concreto na etapa de execução da obra.

O segundo tópico será abordado posteriormente neste artigo. Quanto ao terceiro, variações dimensionais no concreto podem ser causadas pela variação de temperatura, se o movimento da estrutura estiver impedido, o que gera trincas devido às elevadas tensões. A estrutura deve possuir as juntas de dilatação previstas na norma para evitar que as variações volumétricas gerem fissuras.

Adentrando as causas estruturais para o aparecimento de trincas e fissuras, as mais importantes são devido à flexão, cisalhamento, compressão, tração e torção; cada uma dessas causas diz respeito à forma como a estrutura de concreto está submetida aos esforços solicitantes, como ilustrado a seguir:



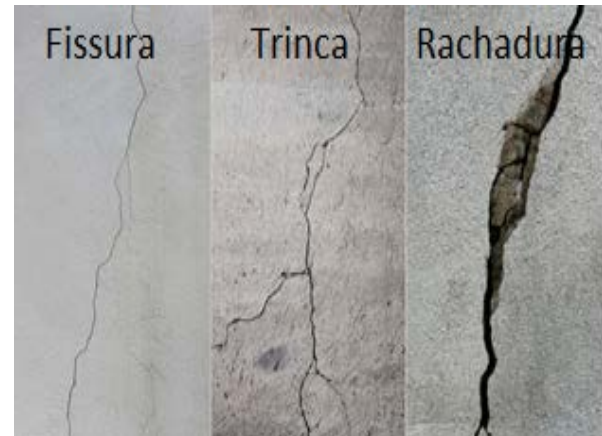
Fonte: Fibersals [6]

Toda estrutura de concreto é projetada para suportar determinadas cargas, estes esforços são previstos durante o projeto e as estruturas são moldadas de acordo. Entretanto, nem sempre o projetado é o que de fato ocorre, muitas vezes a estrutura fica subdimensionada, há incidência de carga além do previsto, carga accidental, em alguma direção que não entrou nos cálculos do projeto, mudança no tipo de utilização da estrutura, dentre outros possíveis imprevistos. Isto, por sua vez, gera as trincas e fissuras, que ocorrem quando a estrutura não consegue suportar os esforços incidentes. As fissuras que mais merecem atenção, por fornecer maiores riscos, são as fissuras devido à compressão, pois o concreto é responsável por absorver a maior parcela dos esforços de compressão das estruturas, logo se este fica comprometido, há grandes chances da estrutura entrar em colapso.

As fissuras podem ainda ser classificadas como ativas ou passivas. As ativas são aquelas que apresentam variabilidade de comportamento (abertura, comprimento e profundidade) ao longo do tempo. Caso essas variações oscilem em torno de um valor médio e possam ser correlacionadas com a variação de temperatura e umidade, podemos concluir que estas fissuras, embora ativas, não indicam ocorrência de problemas estruturais. Por outro lado, se elas apresentarem abertura sempre crescente, podem representar problemas estruturais. Estas são as mais preocupantes e que devem ser verificadas e corrigidas com mais urgência. Já as fissuras passivas são aquelas que permanecem estabilizadas ao longo do tempo, sem apresentar movimento.

A identificação de fissuras, trincas ou rachaduras pode ser feita por inspeção visual, sendo facilmente identificadas e medidas com a utilização de uma régua. Para saber se a fissura é ativa ou passiva, basta medi-la periodicamente, sempre anotando o tamanho medido e a data, para avaliar se ela aumentou de tamanho ou manteve-se estável.

Figura 3 – Fissura, trinca e rachadura



Fonte: Neves [7]

Para microfissuras superficiais, é indicado o tratamento com impermeabilizante acrílico flexível, sendo aplicadas de 2 a 3 demãos, na forma de pintura. O impermeabilizante acompanha o movimento das microfissuras e evita a infiltração de água.

Para fissuras mais profundas, é indicado o tratamento com acrílico (mastique), e posterior aplicação de tela à base de fibras de vidro de monofilamento contínuo, seguida de aplicação de pintura flexível.

Há, ainda, a técnica de injeção de fissuras como forma de recuperação da estrutura. Ela é adotada quando a fissura está sujeita a ação de algum fluido, neste caso utiliza-se resinas acrílicas e poliuretânicas; deve-se, o quanto antes, sanar a causa desta fissura. Em casos em que a causa já foi sanada e o objetivo é apenas reestabelecer a monoliticidade da estrutura, é utilizado um material de injeção mais rígido e que tenha aderência ao substrato, como argamassas fluidas, resinas epoxídicas e os microcimentos.

Ao prevenirmos a abertura de fissuras nas estruturas de concreto e sabendo como corrigi-las, podemos evitar o comprometimento da estrutura por esta manifestação patológica e garantir que a obra esteja correndo menos riscos de danos futuros, ou ainda que evolua para um quadro mais complexo de ser resolvido.

### b. Desagregação

De acordo com Souza e Ripper [9], a desagregação do concreto ocorre quando há a separação física das suas partículas, ou seja, o concreto perde sua propriedade aglomerante, o que impacta diretamente na sua capacidade de resistência na região afetada.

As principais causas de desagregação do concreto são:

- Reação álcali-agregado
- Águas provenientes de chuva
- Águas provenientes de esgotos e resíduos industriais, por conta do gás sulfúrico
- Ataques químicos
- Fungos e outros micro-organismos que tornam o meio ácido
- Outras substâncias orgânicas

Figura 4 – Desagregação do concreto



Fonte: Tecnosil [11]

Para a recuperação estrutural do concreto, deve-se seguir uma série de etapas. A primeira delas é a remoção do concreto desagregado; é feita a escarificação utilizando ponteiros de aço da superfície para garantir boas condições de aderência entre a estrutura

e o reparo. Feito isso, deve-se realizar a limpeza do substrato, removendo os resíduos ali presentes para que o substrato esteja pronto para receber o material de reparo. Caso até 20% da seção da armadura esteja corroída, novas barras de aço deverão ser complementadas e aplicados inibidores de corrosão em toda a armadura. Em regiões que apresentem corrosão excessiva, com diminuição da seção, deve-se colocar uma nova ferragem que transpasse a antiga em 60 vezes o seu diâmetro, conforme a ABNT recomenda. Após este procedimento, deve-se montar as formas com funil alimentador para preencher as áreas que foram afetadas e aplicar a argamassa polimérica. Para cavidades maiores que 10 cm, utiliza-se grout de alta resistência inicial e final, constituído de areia de quartzo de granulometria controlada, cimento e aditivos especiais.

Figura 5 – Restauração da região desagregada



Fonte: Policreto Engenharia [12]

Os maiores riscos trazidos pelo processo de desagregação do concreto são a perda da resistência da estrutura, por conta da perda da aderência de suas partículas e a exposição das armaduras de aço. Em ambos os casos, a estrutura de concreto perderá parte da resistência para a qual foi projetada, o que pode, por sua vez, ocasionar seu desabamento por não suportar a carga incidente.

### c. Carbonatação

A carbonatação do concreto pode ser definida como um processo físico-químico entre o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) presente na atmosfera e os compostos da pasta de cimento. Com isso, tem-se como resultado principal a precipitação do carbonato de

cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) em uma região do cobrimento, com a constituição de uma camada que passa a ter uma alcalinidade significativamente menor do que aquela que não foi afetada por esse fenômeno. A carbonatação avança de fora para dentro no concreto, por meio de uma frente carbonatada. Para haver carbonatação, é necessário que dentro do concreto haja umidade, gás carbônico e oxigênio. Quando atinge a profundidade das armaduras, a carbonatação provoca desestabilização da camada passiva protetora, propiciando, assim, o início da corrosão. Os danos causados são vários, como fissuração do concreto, destacamento do cobrimento do aço, redução da seção da armadura e perda de aderência desta com o concreto.

A carbonatação ataca o cobrimento da estrutura de concreto. Vale dizer que essa espessura de cobrimento possui características particulares que a diferem da massa de concreto presente nas partes mais internas da estrutura, pois fica em contato direto com as fôrmas na fase de moldagem. Ou seja, para evitarmos a formação desta patologia, é essencial garantir a qualidade e desempenho do concreto de cobrimento, pois é nessa região que ocorre todo o processo de carbonatação. A proteção das armaduras é conferida por meio da alta alcalinidade da película passivadora e da camada do concreto de cobrimento; a função do cobrimento é, portanto, proteger essa película contra danos mecânicos e manter a estabilidade.

Figura 6 – Carbonatação em viga de concreto



Fonte: Tecnosil [13]

Fatores na composição do concreto também são determinantes para saber o quão suscetível ele está a sofrer carbonatação; altas

relações água/cimento significam maior porosidade, facilitando para o  $\text{CO}_2$  se difundir entre os poros. O traço do concreto, que é a relação cimento/agregado, sendo maior, reduz a carbonatação, ao fixar-se a consistência. Quanto ao lançamento e adensamento, quanto mais compacto for o concreto, mais difícil será a entrada de agentes agressivos. O processo de cura também é fundamental para reduzir os efeitos da carbonatação, visto que ela afeta as condições de hidratação da superfície da estrutura. Além disso, deve-se atentar para os fatores ambientais, como altas temperaturas, umidade relativa em torno de 75%, lugares onde há altas concentrações de  $\text{CO}_2$ , locais poluídos, tudo isso favorece o desenvolvimento das reações químicas responsáveis por atacar a estrutura.

Uma forma eficiente de evitar a carbonatação, dadas todas essas condições que favorecem sua formação, é utilizar como adição mineral a sílica ativa, que fecha os poros do concreto, além de consumir o hidróxido de cálcio. Ao reduzir a quantidade de poros, dosagens com menor relação água/cimento terão menores velocidades de carbonatação no concreto. Portanto, a sílica ativa pode ser considerada como um dos principais meios de se evitar tal patologia.

Há ainda testes para verificar a presença de carbonatação, como por exemplo o ensaio de fenolftaleína, que busca verificar a coloração do concreto após a aspensão. Concreto na cor rosada indica concreto com PH acima de 9, ou seja, sem carbonatação. Se a cor do concreto permanecer inalterada, indica Ph menor do que 9, indicando que houve carbonatação. É importante verificar a intensidade da coloração rosa, quanto mais intenso, melhor. É importante também, durante o ensaio, verificar a frente de carbonatação, a fim de constatar a profundidade do material degradado. Enquanto a carbonatação não chegar no aço, é possível manter a vida útil da estrutura sem grande intervenção. O objetivo é evitar a continuação da penetração do  $\text{CO}_2$ .

Figura 7 – Teste de Fenolftaleína no concreto



Fonte: Spot Cursos [14]

#### d. Corrosão de armadura

Corrosão é a interação destrutiva de um material com o ambiente que ocorre em meio aquoso, seja por reação química ou eletroquímica. A corrosão de armadura no concreto armado é um fenômeno que só acontece quando as condições de proteção proporcionadas pelo cobrimento dele são insuficientes.

Ao longo deste artigo, diversas outras patologias apresentadas possuíam como um de seus maiores riscos a exposição e o eventual dano às armaduras nas estruturas de concreto; não por acaso, a corrosão de armaduras pode levar a sérios danos estruturais, pois a estrutura corre sérios riscos de perder a sua capacidade de resistência aos esforços solicitantes, além de facilitar a penetração de outros agentes nocivos, que podem prejudicar ainda mais as armaduras e o concreto. A corrosão das armaduras é a patologia mais recorrente nas estruturas de concreto armado, causando não apenas problemas estéticos, mas também na utilização e, principalmente, na segurança das estruturas. O processo corrosivo se caracteriza por provocar a destruição do aço e, conseqüentemente, danos estruturais; por estes, entende-se a perda de aderência entre o concreto e a armadura, a diminuição da área de seção transversal e a fissuração do concreto, causada pelo acúmulo de produtos de corrosão junto às barras de armadura, que, nos estágios mais avançados, podem levar ao deslocamento do concreto.

O mecanismo de corrosão do aço no concreto é eletroquímico, tal qual a maioria

das reações corrosivas em presença de água ou ambiente úmido, ocorrendo em meio aquoso, necessitando de um eletrólito, uma diferença de potencial, oxigênio e agentes agressivos. Esta corrosão conduz à formação de óxidos/hidróxidos de ferro, produtos de corrosão avermelhados, esfarelados e porosos, que são denominados ferrugem. No interior do concreto, o aço está protegido por uma camada passivadora que envolve o metal, e esta camada é formada e mantida devido ao elevado pH na solução dos poros do concreto. Dessa forma, para que haja corrosão, é necessário que a camada passivadora seja destruída (despassivação). Agentes agressivos como os íons cloretos e a carbonatação, como foi visto anteriormente, podem promover a despassivação, deixando o aço suscetível ao processo corrosivo. A corrosão afeta diretamente a durabilidade, pois diminui a seção do aço, reduzindo assim sua resistência e conseqüentemente a vida útil da estrutura.

Figura 8 – Corrosão da armadura exposta



Fonte: ASOPE Engenharia [15]

Tanto pela gravidade do problema quanto pela frequência de ocorrência de corrosão da armadura, ela caracteriza-se como uma patologia de alto risco e evidencia-se a necessidade de buscar soluções que contribuam para minimizar a incidência e evolução do processo corrosivo nas estruturas de concreto. Atuando de forma preventiva, uma solução que podemos recorrer é, assim como na carbonatação, fazer o uso de sílica ativa, que promove a densificação da matriz cimentícia, reduzindo assim a porosidade e a

permeabilidade da pasta de cimento, além de reagir com o hidróxido de cálcio formado na reação do cimento com a água, formando silicatos de cálcio hidratados que conferem resistência ao concreto. Outra forma de prevenir este risco é o devido cumprimento das normas brasileiras sobre o cobrimento mínimo de concreto sobre as seções de aço.

Caso não seja possível agir de forma preventiva e o processo já esteja ocorrendo, o procedimento para recuperação da estrutura de concreto consiste em retirar todo o concreto deteriorado até que sobre uma região que não esteja afetada. A corrosão nas barras da armadura deve ser removida antes de colocados os materiais de reparo, utilizando lixas e jatos de areia. Após isto, pode ser colocada a ponte de aderência e o preenchimento com argamassa de reparo, fazendo o acabamento da superfície e respeitando o processo de cura desta argamassa.

#### e. Infiltração

A infiltração, na construção civil, trata-se do fluido que permeia os espaços vazios da estrutura. Ela pode ocorrer por conta da água da chuva, ação do lençol freático, vazamentos na rede hidráulica e geralmente se deve pela falta de revestimentos adequados, além de má impermeabilização. A infiltração é responsável por originar ou intensificar outras patologias, as mais comuns são o surgimento de mofo, causado pelo ácido produzido por fungos vegetais, que corroem a estrutura e causam comprometimento estético, caracterizado pelo surgimento de manchas escuras ou esbranquiçadas; eflorescências, provenientes da reação da água que se infiltra através dos poros mal impermeabilizados com os sais formados no concreto após o processo de cura e que, além de comprometer esteticamente a estrutura, abre caminho para que gases penetrem na estrutura e provoquem carbonatação e, eventualmente, corrosão da armadura, como foi visto anteriormente.

Idealmente, a impermeabilização deve ser aplicada na fase de construção, desta forma a proteção será mais eficaz. Se não for o caso e for observado um caso de infiltração,

um profissional adequado deve buscar a origem desta infiltração para, somente então, trabalhar em sua correção e impermeabilizar a área devidamente. Caso a superfície a ser impermeabilizada apresente trincas ou fissuras, é necessário corrigi-las, preenchendo-as com selante. Outra recomendação é o uso de hidrofugantes, que repelem a água e a umidade, reduzindo o risco de infiltrações ocorrerem.

Figura 9 – Infiltração em concreto armado



Fonte: Fibersals [6]

### 3. Considerações finais

Ao longo deste artigo, foram estudadas as principais patologias nas estruturas de concreto que oferecem de fato risco às estruturas e, conseqüentemente, à segurança de seus utilizadores. Mesmo que algumas, por vezes, tenham conseqüências pequenas como danos à estética, podem evoluir para grandes riscos se não forem tratadas. Pode-se observar, também, como todas estas manifestações patológicas se interligam de alguma forma, uma pode desencadear ou ainda agravar a outra. Além disso, muitas das formas de prevenção também são comuns entre si, como o cuidado que a equipe da obra deve ter durante todas as fases do projeto, desde a concepção até sua entrega. Garantir que a estrutura seja montada devidamente, ter atenção para detalhes, trabalhar na prevenção e saber o que fazer caso ocorram manifestações patológicas reduz imensamente os riscos oferecidos em uma obra, que é o



objetivo final deste trabalho.

#### 4. Referências

- [1] RIO DE JANEIRO. *Lei no 6.400*. de 5 de março de 2013. Disponível em <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/c8aa0900025feef6032564ec0060dfff/cda5d615434eca4983257b260067692d>
- [2] WIKIPEDIA *Pallace II*. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Palace\\_II](https://pt.wikipedia.org/wiki/Palace_II)
- [3] VALENTE, A.P.V. *Avaliação da eficácia de alguns processos de recuperação nas edificações do tribunal de justiça do estado de Minas Gerais*. Dissertação (mestrado em construção civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte: 2008. 190 p
- [4] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15575: Normas de desempenho*. Rio de Janeiro, 2013.
- [5] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9575: Impermeabilização: seleção e projeto*. Rio de Janeiro, 2003.
- [6] FIBERSALS. *Danos estruturais causados pela infiltração*. Disponível em: <https://fibersals.com.br/blog/danos-estruturais-causados-pela-infiltracao/> Acesso em 28 jan. 2022.
- [7] NEVES, A. *Fissuras e trincas em reboco*. Disponível em: <https://www.blok.com.br/blog/fissuras-e-trincas-em-reboco> Acesso em 28 jan. 2022.
- [8] ESTRUTURAS ONLINE. *Técnica de injeção de fissuras*. Disponível em: < <https://estruturasonline.com/tecnica-de-injecao-de-fissuras/>> Acesso em 28 jan. 2022.
- [9] SOUZA, V. C.; RIPPER, T. *Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto*. São Paulo: Pini, 1998.
- [10] ROCHA, B. dos Santos *Manifestações patológicas e avaliação de estruturas de concreto armado*. UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais (2015). Disponível em <[www.repositorio.ufmg.br](http://www.repositorio.ufmg.br)> Acesso em 28 jan. 2022.
- [11] TECNOSIL. *Manifestação patológica: segregação do concreto (bicheira no concreto)*. Disponível em: < <https://www.tecnosilbr.com.br/manifestacao-patologica-segregacao-do-concreto-bicheira-no-concreto/>> Acesso em 28 jan. 2022.
- [12] POLICRETO ENGENHARIA. *Recuperação estrutural do concreto*. Disponível em: <https://tratamentodeconcreto.com.br/recuperacao-estrutural-de-concreto.php>. Acesso em 28 jan. 2022.
- [13] TECNOSIL. *O que é e como ocorre a carbonatação do concreto?* Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br/o-que-e-e-como-ocorre-a-carbonatacao-do-concreto/> Acesso em 28 jan. 2022.
- [14] SPOTCURSOS. *Carbonatação do concreto*. Disponível em: <https://spotcursos.com.br/blogs/patologia-da-construcao/posts/carbonatacao-do-concreto> Acesso em 28 jan. 2022.
- [15] ASOPE ENGENHARIA. *Corrosão de armadura: o que causa e como amenizar esse dano?* Disponível em: <https://www.asope.com.br/single-post/2018/10/09/corrosao-de-armadura> Acesso em 28 jan. 2022.
- [16] TECNOSIL. *Corrosão de armadura: o que causa e como amenizar esse dano?* Disponível em: <https://www.tecnosilbr.com.br/corrosao-de-armadura-o-que-caoa-e-como-amenizar-esse-dano/> Acesso em 28 jan. 2022.