

# MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

## PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN REINFORCED CONCRETE STRUCTURES

**Vinícius Lorentz Sena**

AlfaUnipac. Teófilo Otoni-MG. viniciuslorentz2017@hotmail.com

**Adão Júnior Ferreira Viana**

AlfaUnipac. Teófilo Otoni-MG. adaojuniorbada@hotmail.com

### **Resumo**

Devido à facilidade de produção, baixo custo e alta durabilidade, o concreto tornou-se um material utilizado em larga escala em todo o mundo. Entretanto, um conjunto de variáveis como projeto, execução, manutenção entre outros, podem diminuir a eficácia da estrutura de concreto armado. Os problemas nas estruturas podem ser diagnosticados estudando os sintomas, as causas e as origens dos defeitos das construções civis, a este estudo denomina-se manifestação patológica. Este termo pode ser utilizado quando ocorre perda ou queda de desempenho de um conjunto ou componente estrutural. Como a execução das obras são em sua maioria realizadas de forma artesanal, são grandes as chances de ocorrer erros das mais diversas esferas (controle, mão-de-obra, matérias), dando origem as manifestações patológicas. O presente trabalho faz uma revisão bibliográfica sobre a história do concreto armado, suas características, as principais manifestações patológicas, sua origem devido aos erros de execução e apontar soluções.

**Palavras-chave:** Concreto Armado; Manifestações patológicas; Execução.

### **Abstract**

Due to its ease of production, low cost and high durability, concrete has become a material used on a large scale all over the world. However, a set of variables such as design, execution, maintenance, among others, can reduce the effectiveness of the reinforced concrete structure. Problems in structures can be diagnosed by studying the symptoms, causes and origins of defects in civil constructions, this study is called pathological manifestation. This term can be used when there is a loss or decrease in the performance of an assembly or structural component. As the works are mostly carried out by hand, there are great chances of errors in the most diverse spheres (control, labor, materials), giving rise to pathological manifestations. The present work makes a bibliographical review about the history of reinforced concrete, its characteristics, the main pathological manifestations, its origin due to execution errors and points out solutions.

Keywords: Reinforced Concrete; Pathological manifestations; Execution.

## **1 Introdução**

O concreto armado pode ser definido como a união do concreto simples e de um material resistente à tração (envolvido pelo concreto), como o aço, de tal modo que ambos resistam solidariamente aos esforços solicitantes. Esse material tem grande importância na construção civil, por assumir variadas formas com rapidez e facilidade, além de atender as qualidades de resistência mecânica (compressão e tração) e durabilidade desejáveis para a edificação.

Porém, nem sempre o concreto atinge essas finalidades, devido à dificuldade de controle de qualidade do material na obra, gerando uma série de problemáticas na edificação, como a ocorrência de manifestações patológicas.

As manifestações patológicas podem ter origem em diferentes fases da obra, como projeto, execução ou mesmo utilização do edifício e são frequentemente causados por ocorrência de sobrecargas na edificação, impactos, abrasão, movimentação térmica, concentração de armaduras, retração hidráulica e térmica, alta relação água/cimento, exposição a ambientes marinhos, ação da água, excesso de vibração, falhas de concretagem e falta de proteção superficial, entre outros motivos que prejudicam a vida útil da edificação.

Além disso, a ocorrência de falhas nessas fases provoca defeitos que podem comprometer a segurança e durabilidade do projeto, aumentando os cuidados com manutenção e ou recuperação, o que resulta numa elevação dos custos da obra.

### **1.1 Objetivos**

- Apresentar como a ocorrência de falhas nessas fases provoca defeitos que podem comprometer a segurança e durabilidade do projeto.
- Demonstrar qual a importância as estruturas de concreto.
- Analisar as causas de degradação na estrutura de concreto

## **2. Revisão da Literatura**

### **O CONCRETO ARMADO**

Chamamos de concreto armado uma estrutura de concreto com uma estrutura de aço dentro. Essas esquadrias são necessárias para suprir a falta de tensão de tração do concreto (resistência à compressão do concreto) e são essenciais para a realização de peças como vigas e pisos. O concreto é um material que se mistura uniformemente com ligante (cimento), agregado pequeno, agregado grande e água. Considerado o material mais importante na construção civil, possui diversas aplicações não estruturais, como pisos e paredes.

O projeto de estruturas de concreto armado é confiado a engenheiros profissionais, também chamados de engenheiros de cálculo. Eles determinam a resistência do concreto, o tamanho das barras de aço, o espaçamento entre as barras de aço e o tamanho das partes que farão parte do projeto (sapatas, blocos, pilares, lajes, vigas, etc.).



Figura 1 - Execução de concretagem na obra. Fonte: <http://www.portaldoconcreto.com.br>

Um bom projeto deve considerar todas as variáveis possíveis, não apenas o preço unitário do aço e do concreto. Por exemplo, usando maior resistência no concreto, podemos reduzir o tamanho das peças, diminuir o volume final do concreto, o tamanho da forma, o tempo de deformação, o número de funcionários, a velocidade de trabalho, etc. Para melhor aproveitar as características do produto, é necessário conhecer os materiais que compõem o concreto e aprimorar a forma de cálculo.

Desde que o primeiro lote de concreto armado apareceu, há mais de 150 anos, o tratamento do concreto armado é a coisa mais recente, mas há menos de um século, ele tem sido usado em estruturas de base tecnológica e modelos de cálculo razoáveis. Desde então, devido às vantagens do concreto armado, tem sido amplamente utilizado na construção civil.

De acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2007), a definição de estrutura de concreto armado é que seu desempenho estrutural depende da força de aderência entre o concreto e as barras de aço, não sendo aplicada nenhuma tensão inicial das barras de aço antes da materialização dessa aderência.

O concreto armado é um material feito a partir da junção do concreto com as barras de aço, portanto, identifica um único sólido. Essa combinação aproveita as principais vantagens desses dois sistemas em termos de resistência, durabilidade e custo, destacando a boa resistência à compressão do concreto e a alta resistência à tração do aço.

O concreto armado tem vantagens e desvantagens na estrutura.

## 2.1 Vantagens

- Boa resistência a grandes pressões.
- Possui boa capacidade de processamento no estado fresco, podendo se adaptar a várias formas.
  - Domine razoavelmente a tecnologia de aplicação em todo o país.
  - Desde que executado corretamente, é um material durável.
  - Desde que a qualidade do revestimento e do concreto atenda às condições do substrato inserido na estrutura, é superior à madeira e ao aço em durabilidade e resistência ao fogo.
    - Em muitos casos, é mais economicamente viável do que estruturas de aço.
    - Resistência a choques, vibrações, calor e mudanças atmosféricas e desgaste mecânico.

## 2.2 Desvantagens

- Isso resultará em elementos maiores em tamanho que o aço e, devido ao seu maior peso específico, geram um peso muito importante, o que limita seu uso em determinadas situações ou custos.

- Adaptação e reforma são freqüentemente difíceis de implementar.

- É um bom condutor de calor e som. Em certas circunstâncias, a combinação com outros materiais que causam problemas pode ser determinada.

- É necessário um sistema de ancoragem e ancoragem, que normalmente deve ser mantido no lugar até que o concreto atinja a resistência adequada.

## 2.3 Conceitos de durabilidade e vida útil

A sustentabilidade e durabilidade do concreto estão intimamente relacionadas. A durabilidade pode ser expressa em termos de vida útil, que se refere ao tempo que um produto atende aos requisitos do usuário.

A sustentabilidade compreende as características de deterioração dos sistemas de betão e estruturais, sendo este o princípio de associar a aplicação dessas características a uma determinada estrutura e avaliar a sua resposta, que dará o impacto agressivo do suporte e definirá a sua vida útil e vida útil. Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2007), a durabilidade da estrutura é uma tendência para resistir às provocações ambientais e é determinada pelo projetista e contratante no início do projeto e da engenharia.

A norma define a vida útil, o período de tempo para atender as características da estrutura de concreto, o desempenho no uso e os requisitos de manutenção especificados pelo projetista e o reparo causado por danos acidentais.

Porém, pode-se considerar que quando o desempenho do material (de acordo com suas condições de uso) é destruído a ponto de seu uso continuado ser considerado perigoso ou mesmo não lucrativo, o material está se aproximando de sua vida útil. Portanto, a durabilidade da estrutura pode ser representada por um gráfico, conforme mostrado na Figura 2 (ANDRADE, 1997).

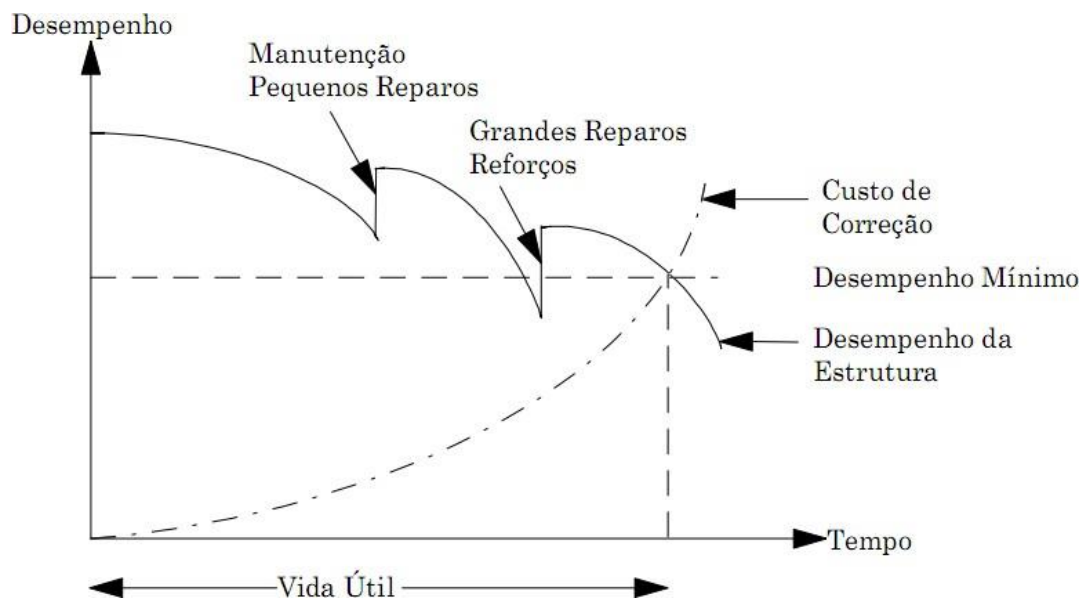


Figura 2 - Fases do desempenho de estrutura durante sua vida útil. Fonte: ANDRADE, 1997

Percebe-se que quando a estrutura começa a perder seu desempenho devido a alguma deterioração, ela deve ser reparada ou reforçada. Também deve ser observado que o aumento dos danos à estrutura levará a maiores custos de correção.

O bom desempenho dos materiais ou componentes ao longo do ciclo de vida é considerado sinônimo de durabilidade. Segundo Souza e Ripper (2015), a falta de fiscalização e segurança contribui em muito para os problemas econômicos, a irresponsabilidade dos produtores de materiais inferiores e dos responsáveis pelo processo.

Como resultado, hoje, geralmente aumentamos o custo de restauração de estruturas de concreto. Em países com litorais extensos como Brasil, Estados Unidos e México, a riqueza real gasta a cada ano é usada apenas para restaurar edifícios afetados pela corrosão do cloreto. O cloreto atinge a barra de aço e causa corrosão devido à qualidade insuficiente do concreto nela contido.

Percebe-se que quando a estrutura começa a perder seu desempenho devido a alguma deterioração, ela deve ser reparada ou reforçada. Também deve ser observado que o aumento dos danos à estrutura levará a maiores custos de correção.

O bom desempenho dos materiais ou componentes ao longo do ciclo de vida é considerado sinônimo de durabilidade. Segundo Souza e Ripper (2015), a falta de fiscalização e segurança contribui em muito para os problemas econômicos, a irresponsabilidade dos produtores de materiais inferiores e dos responsáveis pelo processo.

Como resultado, hoje, geralmente aumentamos o custo de restauração de estruturas de concreto. Em países com litorais extensos como Brasil, Estados Unidos e México, a riqueza real gasta a cada ano é usada apenas para restaurar edifícios afetados pela corrosão do cloreto. O cloreto atinge a barra de aço e causa corrosão devido à qualidade insuficiente do concreto nela contido.

### **3 FATORES DE DEGRADAÇÃO DO CONCRETO**

#### **3.1 – As manifestações patológicas**

Patologia é a ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças. No caso dos edifícios, a patologia refere-se ao estudo de anomalias relacionadas à sua deterioração.

Manifestações patológicas em edifícios são problemas que afetam e comprometem seu desempenho, durabilidade e até segurança do mesmo.

O termo patologia é usado em engenharia civil quando há perda de desempenho da estrutura. Este termo é utilizado no campo da saúde, o que significa o estudo das doenças e sintomas que causam no organismo (SILVA, 2011).

Segundo Helene (1992): "A ciência da patologia pode ser entendida como uma parte da engenharia que estuda os sintomas, mecanismos, causas e origens dos defeitos nas construções civis, ou seja, o estudo de elementos constitutivos do diagnóstico de problema".

Devem-se à execução ou uso indevido de materiais e técnicas pelo trabalhador, às propriedades dos materiais, ações externas e acidentes. São causas relacionadas ao transporte, instalação, execução de juntas de concreto e cura de concreto.

Após a entrada em vigor do novo código do consumidor, as manifestações patológicas causaram uma grande controvérsia entre os construtores e proprietários de imóveis, geralmente levando a processos judiciais.

Manifestações patológicas em edifícios de acordo com o código de consumo são importante porque alertam os profissionais sobre a estrutura ou necessidade de manutenção para evitar compromissos futuros ou para provocar insegurança entre os residentes.

O conhecimento das causas das manifestações patológicas nos edifícios, as medidas preventivas na fase de projeto, a execução cuidadosa, representam uma economia significativa em comparação com a recuperação e são ferramentas fundamentais para reduzir manifestações patológicas.

Elas ocorrem em edifícios de diferentes fontes. Elas podem se manifestar imediatamente ou levar anos para fazer presentes. Nesse caso, eles são chamados de defeitos ocultos. Manifestações patológicas podem vir de três fases de construção: manifestação patológica durante a concepção; Manifestação patológica durante a construção; e manifestação patológica durante a construção.

Manifestações patológicas na concepção são as falhas de um mau estudo preliminar, ou equívocos, sendo principalmente devido ao alto custo do processo de construção, ou aos problemas relacionados ao uso das obras, considerando que as falhas geradas durante a obra são responsáveis pelo surgimento e implementação de medidas sérias, problemas patológicos podem ser tão diversos quanto a falhas do estudo preliminar. Quanto aos defeitos no projeto, falhas no projeto final de engenharia, resultam em considerações inadequadas de projeto, tais como definição deficiente das ações envolvidas ou sua combinação mais adversa, como escolha inadequada do modelo de análise, cálculo insuficiente da estrutura ou avaliação da capacidade de carga do solo, incompatibilidade entre estrutura e arquitetura ou instalações, especificação inadequada de materiais, detalhes insuficientes ou detalhes faltantes de normalização em representações gráficas, e erros de dimensionamento inadequados.

Manifestação patológica durante a construção ocorrem devido a falta de condições de trabalho locais, como cuidado e motivação, mau treinamento da força de trabalho e comando fraco, baixo controle de qualidade de desempenho e / ou supervisão, má qualidade de materiais e componentes, irresponsabilidade e sabotagem, falta de prumo, esquadro e alinhamento de elementos, desigualdade do solo, realização de argamassas para revestimentos de diferentes espessuras.



Manifestação patológica durante o uso da construção ocorrem devido ao mau uso, devendo a estrutura ser mantida e cuidada, especialmente nas partes onde o desgaste e a deterioração podem ser mais importantes ( com tintas, impermeabilização, etc.). Estas manifestações podem ocorrer devido a diversos fatores, entre os principais podemos citar: devido ao excesso ou mudança de carga (zonas industriais, rodovias), mudanças nas condições da região durante sua vida útil, em construções de alvenaria, os usuários precisam saber quais paredes são estruturais e quais não são, e devido a manutenção ineficaz ou inadequada.

Os subsídios de manutenção devendo ser realizados, devendo as limpezas e impermeabilizações serem feitas em áreas que podem acumular água, como playgrounds, telhados, marquises, pistas e piscinas.

### 3.2. Manifestação patológica nas estruturas de concreto

O concreto é um material composto principalmente de cimento, agregados graúdos, água e pode conter outros elementos importantes, como aditivos.

Os principais processos responsáveis pela manifestação patológica no concreto estrutural estão relacionados a causas mecânicas, físicas, químicas, biológicas e eletromagnéticas. A deterioração do concreto vem de uma combinação de diferentes fatores externos e internos. Os processos de degradação prejudicam a capacidade do material para executar suas funções e nem sempre é visível.

Os principais sintomas que podem aparecer, sozinhos ou simultaneamente, são os seguintes: ruptura, desprendimento e desintegração.

Entre as causas da manifestação patológica do concreto, um dos mais sérios problemas relacionados ao uso de agentes químicos ou eletroquímicos no meio ambiente, relacionados ou não a estresses mecânicos, é a corrosão e / ou a oxidação do concreto armado. Seus efeitos não tratados são irreversíveis, causando o colapso da estrutura.

### 3.3. Causas de degradação na estrutura de concreto

A NBR 6118 (ABNT, 2007) enfatiza o principal mecanismo de degradação do concreto:

- Dissolver e transportar compostos de cimento hidratado através da lixiviação de água carbonatada pura, agressiva ou ácida;
- Expansão devido à contaminação da água e do solo por sulfato, causando inchaço e reações nocivas;
- Expansão devido à reação entre o álcali do cimento e certos agregados reativos;
- Reações superficiais nocivas de certos agregados, que são causadas pela transformação de produtos de ferro presentes em sua composição mineral.

Quanto aos principais mecanismos de deterioração relacionados ao reforço, podemos nos concentrar na carbonização e no cloreto.

O crescimento acelerado da construção civil agravou diversos fatores nocivos à estrutura, estimulou a demanda por inovação, estimulou a crescente aceitação dos riscos pelas pessoas e fez com que vivessem um período preocupante..

Figura 3: Origem do problema:Projeto:



Figura 3 – Ilustração de Projeto Fonte:www.vitruvius.com.br

Várias falhas são possíveis durante a fase de preparação do projeto, que pode vir do estudo preliminar, da preparação do projeto ou do projeto executivo. Essas

falhas podem levar a um aumento no processo de construção, inconvenientes relacionados ao trabalho e sérios problemas patológicos na estrutura.

Exemplos de questões decorrentes da fase de projeto estão listados abaixo:

- Uma definição errada das ações ou a combinação mais desfavorável para a estrutura;
- Erros na avaliação da resistência do solo, o que pode levar a inesperados problemas na construção, como recalque da estrutura;
- Adoção de peças com espessura de cobertura e relação água/cimento incompatíveis com as condições climáticas e de exposição da estrutura;
- Especificação inadequada dos materiais;
- O dimensionamento que causa grandes deformações na estrutura, levando ao aparecimento de rachaduras (partes finas e uso de grandes extensões);
- Uso de juntas estruturais sujeitas a infiltração de água, próximo aos elementos estrutural;
- Falta de compatibilidade entre projetos (arquitetônicos, estruturais, hidro-sanitários, elétricos, entre outros);
- Detalhes construtivos impossíveis de serem realizada;

Figura 4: Origem do problema: Materiais



Figura 4– Materiais de construção Fonte: [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br)

Uma vez definidas as especificações dos materiais na fase de projeto, a aquisição dos insumos necessários para a produção do concreto deve ser bem controlada para garantir as especificações e não rejeitar o concreto. É importante que

a caracterização dos materiais de concreto deva atender às recomendações da NBR 12654 (ABNT, 1992).

No cimento, o estado físico (como finura, início e fim do tratamento, resistência à compressão, ductilidade) e os aspectos químicos (como queima e perda de resíduos insolúveis), o teor de aluminato tricálcico e álcalis. Para agregado, é necessário analisar o material para detectar a presença de contaminantes no agregado. Além disso, é importante considerar as propriedades físicas do agregado, como a forma das partículas, pois a diferença nessas propriedades pode causar maiores alterações nas propriedades do concreto fresco e do concreto endurecido.

A água é uma parte importante do concreto, portanto, deve ser analisada antes do uso, porque fatores como contaminantes afetarão o desempenho do concreto ao longo do tempo..

Figura 5: Origem do problema:Execução



Figura 5 - Concretagem Fonte: [www.arcoweb.com.br/](http://www.arcoweb.com.br/)

A NBR 14931 (ABNT, 2004) define a execução de uma estrutura específica como todas as atividades desenvolvidas durante a execução, ou seja, as formas dos

sistemas, armadura, concreto, endurecimento, etc. e as formas relacionadas à inspeção e registro. Concreto, incluindo análise de controle de resistência do concreto.

A falha construtiva na fase de execução da obra afetará diretamente o desempenho da estrutura de concreto. Para Souza e Ripper (2015), a fase de execução da estrutura é responsável por diversos problemas patológicos. O erro ocorreu devido ao processo produtivo, que passou por grandes modificações. Normalmente, o problema que causa esses erros é a baixa qualidade técnica dos trabalhadores. Além disso, devido à falta de inspeções eficazes e ao controle inadequado da equipe, certas atividades falharam, como suporte, modelagem, localização e qualidade das barras de aço e qualidade do concreto. e muitos mais

A NBR 12655 (ABNT, 2006) descreve a seguinte sequência como etapas específicas de implementação:

- Caracterizar os materiais constituintes do concreto conforme a NBR12654 (ABNT, 1992);
- Pesquisa de quantidade de concreto;
- Definir e verificar o concreto;
- Preparação de concreto;

No processo de implementação específico, as principais etapas e aspectos importantes a serem avaliados são descritos a seguir:

- Mistura: Os componentes de concreto devem ser misturados para formar uma massa uniforme. Esta operação pode ser realizada em betoneira ou em equipamento de mistura. É importante atentar para os seguintes aspectos, como ordem de colocação do material, tempo de mistura, correção da água pelo agregado e possíveis erros na quantidade de produto adicionada..



Figura 6 – Passo-a-passo para mistura de concreto. Fonte: [www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/tracos-concreto-mistura/](http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/tracos-concreto-mistura/)

- Transporte: Uma vez que o bloco de concreto é preparado, ele deve ser transferido do local de mistura para o local de lançamento. Esse tipo de transporte pode ser feito manualmente, os principais problemas são a separação do concreto durante o transporte, a perda de materiais e o tempo de abastecimento das paredes externas. Portanto, a qualidade do serviço fica comprometida. O transporte também pode ser feito com betoneira, tendo decorrido algum tempo entre a saída da betoneira da fábrica e a descarga do concreto durante a obra.



Figura 7 – Caminhão betoneira Fonte: [www.supermix.com.br/](http://www.supermix.com.br/)

- Lançamento: Envolve a montagem de concreto para moldar a peça de trabalho, e uma pá, carrinho de mão ou bomba podem ser usados para alcançar distâncias maiores. Outro aspecto importante a ser observado é o tempo real de inicialização. Deve-se ter cuidado ao fazer blocos de concreto maiores que 2 metros para evitar a separação de agregados graúdos no fundo.



Figura 8 – Lançamento de concreto Fonte:

[http://www.acharimoveis.com/blog\\_imobiliario/?tag=tipos-de-concreto](http://www.acharimoveis.com/blog_imobiliario/?tag=tipos-de-concreto)

- Adensamento: É uma atividade que faz com que o concreto vibre em um novo estado, o objetivo é eliminar o ar aprisionado na etapa anterior. Defeitos que ocorrem neste estágio, como vibração excessiva ou insuficiente, podem causar problemas de isolamento. Portanto, a frequência e amplitude do vibrador, bem como o tempo de uso e configuração do equipamento são escolhas importantes para o sucesso do projeto..

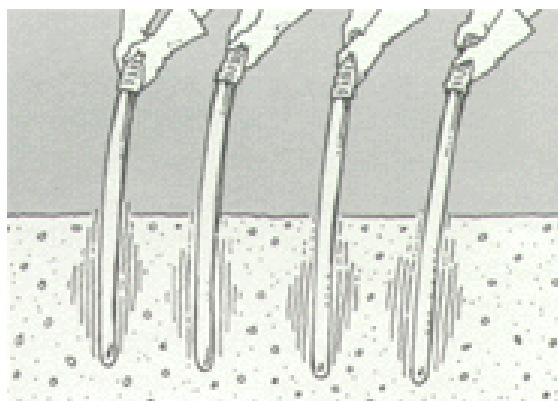
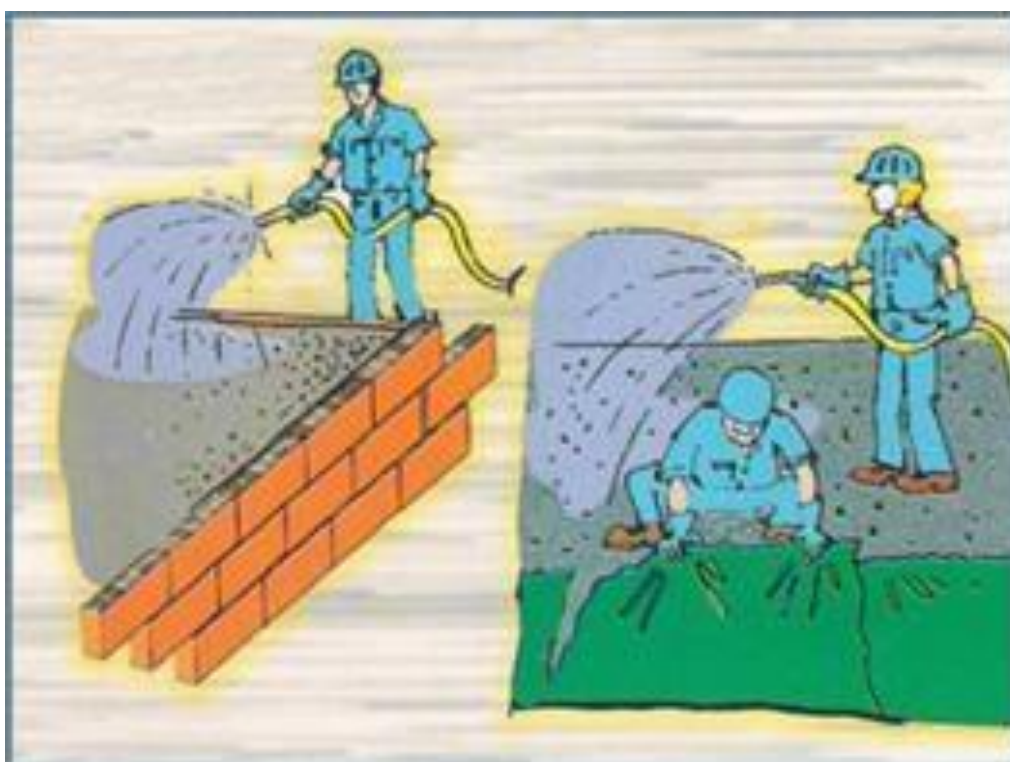


Figura 9 - Adensamento Fonte: <http://www.construindo.com.br/concretagem/index0.html>

- Cura: Esta é uma atividade para manter o teor de umidade e evitar que a água evapore da mistura. No processo de hidratação do material, a temperatura favorável do concreto também é garantida. A atividade de cura se resume no recobrimento da peça fundida com água no menor tempo possível, que é função da relação a / c do tipo de cimento utilizado. As propriedades da superfície são mais afetadas por um endurecimento mal executado, como a presença de trincas, permeabilidade e carbonização.





É necessário enfatizar novamente que defeitos de concreto negligenciados ou reparados incorretamente podem ter sérias consequências para a estrutura, especialmente em áreas corrosivas ou locais de difícil inspeção.

O não cumprimento desses parâmetros resultará em perda de elasticidade e pode causar o colapso de certos elementos (como pilares de construção).

### **3. Metodologia**

Quanto à natureza, trata-se de um trabalho teórico, pois não se tratar de nenhum estudo de caso em particular, mas sim, analisar determinado assunto, objetivando enriquecer o conhecimento científico acerca do tema tratado.

Esse trabalho, que não tem por objetivo uma utilização prática dos resultados, mas sim o enriquecimento do conhecimento científico, define-se como uma pesquisa teórica. É importante ressaltar que o embasamento teórico é fundamental para o desenvolvimento de qualquer tipo de pesquisa e avanço de qualquer campo da ciência.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória, que segundo Gil (2003, p. 41), “têm como objetivo proporcionar uma maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses.”

Quanto à forma de abordagem foi utilizada a pesquisa qualitativa, que pode ser caracterizada pela inexistência de dados quantitativos nas suas análises.

Na pesquisa qualitativa concebem-se análises mais profundas em relação ao fenômeno que está sendo estudado. A abordagem qualitativa visa destacar características não observadas por meio de um estudo quantitativo, haja vista a superficialidade deste último.

Quanto a forma de abordagem será utilizada também a pesquisa documental, que é aquela realizada a partir de documentos, contemporâneos ou retrospectivos, considerados cientificamente autênticos.

Em relação aos procedimentos técnicos esta pesquisa adotou dados bibliográficos e a análise documental, uma vez que o trabalho foi elaborado a partir de

material já publicado, constituído, principalmente, de livros, pareceres, artigos, periódicos e material disponibilizado via internet.

#### **4. Resultados e Discussão**

Quando se verificar que uma estrutura de concreto armado possui problemas patológicos, é necessário realizar um estudo detalhado e planejado para determinar as reais condições da estrutura, para avaliar as anomalias existentes, suas causas, e as medidas a serem adotadas para recuperação ou reforço da estrutura (SOUZA & RIPPER, 2015).

A metodologia convencional de inspeção de estrutura pode ser dividida em três etapas básicas: coleta de dados, análise e diagnóstico.

A etapa de coleta de dados fornecerá a ajuda necessária para que a análise seja executada adequadamente, incluindo as seguintes etapas:

- Classificação do meio ambiente;
- Pesquisa visual e aceleradas medidas estruturais;
- Estimar as possíveis consequências do dano e, se necessário, tomar medidas de emergência, como escorar parte ou toda a estrutura;
- Estudo detalhado de sintomas patológicos (documentação fotográfica, avaliação da presença de agentes agressores, medidas de deformação, medidas de perda de seções de blindagem, entre outros);
- Identificação de erros relativos ao projeto da estrutura (projeto), sua execução, uso e manutenção;
- Instrumentação da estrutura e realização de testes laboratoriais.

O segundo passo, a análise de dados, visa guiar o analista estrutural em direção a uma compreensão da estrutura e como os sintomas patológicos surgiram e se desenvolveram.

O último passo, o diagnóstico, só pode ser feito após a conclusão das etapas de investigação e análise. As causas da manifestação patológica devem ser procuradas, fazendo um diagnóstico preciso para que a recuperação seja eficaz.

Uma manifestação patológica pode ser consequência de várias deficiências. Assim, para que a medida corretiva seja efetiva, todas as suas causas devem ser sanadas (Silva, 2011).

Ele observa que o tratamento de qualquer doença requer muito mais cuidado do que o adotado no processo executivo. Por esta razão, deve-se notar mais uma vez que é melhor prevenir do que remediar, sendo o exercício correto das boas práticas de engenharia e controle tecnológico e a qualidade apropriada.

## **5. Conclusão**

Existem vários riscos possíveis de deterioração de uma estrutura. No entanto, a medida mais eficaz para evitar que elas comprometam a construção é a prevenção.

Cabe, portanto, aos projetistas conhecer as possíveis causas das manifestações patológicas em cada estrutura, conhecimento dos tipos de materiais aplicáveis em cada local de análise.

Há também o problema da política de menor custo que geralmente prejudica a qualidade dos projetos e a prática de leilões no momento da contratação, experiência e qualidade que são importantes para a elaboração do projeto. Em um projeto subestimado, a maioria das manifestações patológicas resulta da falha de execução e também da falta de controle de qualidade.

Para melhorar os resultados, é importante investir na formação dos trabalhadores, em condições dignas de trabalho e no desenvolvimento desses profissionais. Para os implementadores, o senso comum é que o ambiente construído é criado para que o homem possa aproveitá-lo ao máximo e, portanto, deve ser executado com o melhor potencial de trabalho, de conhecimento técnico e materiais.

## **Referências**

GIL, António Carlos. Como desenhar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2003

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 67**, Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone, Rio de Janeiro, ABNT, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 14.931**, Execução de estruturas de concreto – Procedimento, Rio de Janeiro, ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 5738**, Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova, Rio de Janeiro, ABNT, 2003.

CARVALHO, R.C.; FIGUEIREGO FILHO, J.R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**: segundo a NBR 6118 e a proposta de 1999 (NB1/99). São Paulo, 2011.

DAL MOLIN, D. C. C.; ARANHA, P. M. S. **Morbidades das Estruturas de Concreto Armado na Região Amazônica**. In: III Congresso Ibero-americano de la Construcción - CONPAT 95, 1995, La Habana, 1995.

DAL MOLIN, D.C.C. **Contribuição ao Estudo das propriedades mecânicas dos concretos de alta resistência com e sem adição de microssílica**. São Paulo, SP: 1995. Tese (Doutorado em engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

DAFICO ALVES, J. **Manual de tecnologia do concreto**. Goiânia. Editora UFG, 1993.

GENTIL, V. **Corrosão**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003. 341p.

GRANATO, J. E. **Manifestação patológica das construções**. São Paulo: AEA Cursos, 2012.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil**. São Paulo: Pini, 2007.

PIANCASTELLI, E. M. **Manifestação patológica e terapia das estruturas - uma visão global**. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

SILVA, L. K. **Levantamento de Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado no Estado de Ceará**. Fortaleza, 2011. 61 f. Monografia, Universidade Federal do Ceará.

SOUZA, V.C.M.; RIPPER, T. **Manifestação patológica recuperação e reforço da estrutura de concreto**, São Paulo, 2015