

Diagnóstico das Patologias nas Edificações

Eng^o Marcelo Iliescu

Objetivos

- Busca pela durabilidade da construção
- Ganhos na qualidade do produto
- Redução dos custos da produção
- Busca pela racionalização e compatibilização entre as partes
- Maior competitividade empresarial

Definição de Durabilidade cf NBR 6118/03

5.1.2.3 – “Consiste na capacidade da estrutura resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e o contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto.”

Significa que a conservação da estrutura não deve necessitar de reparos de alto custo, ao longo de sua vida útil.

Qualidade de uma Construção

É a sua capacidade de atender às necessidades dos usuários nas condições de uso para as quais foi projetada.

Pode-se considerar as necessidades atendidas, de modo geral, se forem satisfeitos os requisitos relativos à segurança, ao bom desempenho em serviço, à durabilidade, ao conforto visual, acústico, tátil e térmico, à higiene e à economia, dentre outros.

Garantias da Qualidade

- **Concepção:** Garantia da plena satisfação do cliente, facilidade de execução e possibilidade de adequada manutenção
- **Execução:** Garantia do cumprimento do projeto
- **Utilização:** Satisfação do usuário e a possibilidade de extensão da vida útil da edificação

Patologias

- Inexistência do projeto específico
- Desperdício de materiais, mão-de-obra e tempo
- Elevados custos de produção
- Falhas e problemas patológicos

Entendimento das Patologias

- Levantamento de subsídios
- Documentos de Referência
- Não-conformidade
- Diagnóstico da situação
- Definição de conduta
- Responsabilidades

Levantamento de subsídios

Nesta etapa são organizadas as informações necessárias e suficientes para o entendimento completo dos fenômenos.

Estas informações são obtidas através de três fontes básicas:

- Vistoria do local;
- Levantamento da história do problema e do edifício com as correspondentes anotações geométricas, arquitetônicas e de mídia cabível;
- Resultado das análises.

Documentos de Referência

- São as referências na análise comparativa das informações do projeto.
- São eles: projeto arquitetônico e estrutural; projetos dos outros sistemas (elétrico, hidráulico, segurança, comunicações, etc.); relatórios e perfis de sondagem; normas técnicas oficiais aplicáveis; informações do mesmo projeto, constantes de desenhos já examinados e em vigor; registros de práticas consagradas, recomendações e prescrições constantes da literatura técnica, mas não incorporadas, explicitamente, nas normas técnicas oficiais, entre outros.

Não-conformidade

- É o não-atendimento de um requisito especificado (NBR ISO 8402, 1994).
- As condições de não-conformidade, segundo o ACI 121R (1985), são aquelas que podem afetar, desfavoravelmente, o desempenho satisfatório ou a aparência da estrutura, se permanecerem sem correção.

Diagnóstico da situação

- Segundo Lichtenstein (1985), o diagnóstico da situação é o entendimento dos fenômenos em termos de identificação das múltiplas relações de causa e efeito que normalmente caracterizam um problema patológico.
- Cada subsídio, segundo este autor, obtido na vistoria do local, na anamnese ou nos exames complementares deve ser interpretado no sentido de compor progressivamente um quadro de entendimento de como trabalha o edifício, como reage à ação dos agentes agressivos, porque surgiu e como se desenvolveu o problema patológico.

Diagnóstico da situação (2)

- O processo de entendimento de um problema patológico pode ser descrito como o de geração de hipóteses ou modelos e o seu respectivo teste. Portanto, Lichtenstein (1985) afirma que o processo de diagnóstico constitui na contínua redução da incerteza inicial pelo progressivo levantamento de dados.
- Esta progressiva redução da incerteza é acompanhada por uma redução do número possível de hipóteses, até que se chegue numa correlação satisfatória entre o problema observado e um diagnóstico para este problema.

Diagnóstico da situação (3)

- O **diagnóstico** de casos de patologia nas construções pode ser definido como a identificação da natureza, da causa e da origem dos desgastes. Para diagnosticar, é preciso reunir o maior número de informações e depois separar o essencial do acessório. Para obter informações pode-se utilizar o exame visual do desgaste e de seu meio ambiente; ensaios locais, rápidos e simples; estudos de laboratório; consulta com os autores do projeto e com os usuários da edificação; estudo dos projetos, dos cadernos de encargos, das anotações de canteiro, atas de reuniões de obra, documentos diversos e correspondências disponíveis.
- A metodologia para o trabalho de diagnose apresenta três fases distintas, a saber: **pré-diagnose**: é uma inspeção visual com o objetivo de estabelecer uma política de atuação; é o reconhecimento do objeto de estudo; **estudos prévios**: consistem em recolher informações que se considere necessário para chegar a um conhecimento completo do objeto de estudo; **diagnóstico**: é uma reflexão crítica e um trabalho de síntese, que permite a determinação do estado em que se encontra o edifício, com base na análise das informações recolhidas nas fases anteriores.

Definição de conduta

- O objetivo desta etapa, segundo Lichtenstein (1985), é prescrever o trabalho a ser executado para resolver o problema, incluindo a definição sobre os meios (material, mão-de-obra e equipamentos) e a previsão das conseqüências em termos do desempenho final.
- Através do diagnóstico anterior em relação à edificação e devido ao tempo que passou sem manutenção e o período de incidência das manifestações patológicas, segundo Selmo (1989), qualquer alternativa de reparo parcial precisa estar associada a uma segura inspeção das regiões efetivamente afetadas, para o que são adequados os testes e ensaios.

Considerações

- A ocorrência dos problemas patológicos nas edificações ocasiona uma redução de sua vida útil, que está diretamente relacionada com o desempenho dos materiais ou componentes da edificação.
- O desempenho de um material é decrescente com o tempo, devido à ação dos agentes de deterioração. A perda de desempenho dos materiais ou componentes pode ser parcialmente recuperada através das atividades de manutenção. Entretanto, esta atividade deve ser realizada antes do material ou componente da edificação atingir o nível mínimo de desempenho. Para isto, a periodicidade da manutenção deve ser definida pelo construtor na fase de projeto.
- Bolorino et al. (1995), afirmam a importância de uma análise preliminar completa envolvendo todas as etapas do processo e a definição dos produtos e os procedimentos a serem aplicados considerando-se as propriedades do material, a identificação das contaminações e o estado a ser tratado.

Avaliações

A maioria das avaliações estruturais tem em comum alguns aspectos. Genericamente a avaliação consistirá em:

1. Definir a condição da edificação.
 - Examinar as informações disponíveis;
 - Executar, de imediato, a análise estrutural da estrutura;
 - Conduzir pesquisa de suas condições;
 - Determinar a(s) causa(s) do problema(s) e a(s) velocidade(s) de progressão;
 - Determinar os níveis da recuperação a ser feita.
2. Selecionar as peças estruturais que necessitam de uma avaliação detalhada.
3. Investigar as condições de carregamento originais, atuais e futuras.
4. Avaliar todos os resultados.
5. Preparar o relatório com a descrição dos resultados e procedimentos corretivos.

Principais dados a serem obtidos

Locação, tamanho, tipo e idade da estrutura. Qualquer detalhe de projeto ou construção que não seja usual.

Condições de exposição ao meio ambiente, tais como variações de temperatura e de umidade relativa, chuvas e sua drenagem, impermeabilização, ambiente marinho ou industrial.

Sobre as armaduras, se protendidas, se protegidas, cobrimento, detalhamento.

Histórico de recuperações e reforços, manutenção, presença de sistemas de proteção anticorrosiva.

Principais exames a serem realizados por ex: Deterioração por Corrosão

Inspeção visual detalhada dos locais manchados, fissurados e deslocados com registro fotográfico. Percussão na estrutura;
Análise e quantificação de íons cloreto e sulfato;
Resistência à compressão estimada do elemento estrutural;
Estimativa da frente de carbonatação;
Verificação da continuidade elétrica e sua reposição;
Umidade do concreto e correspondente resistividade;
Mapeamento do potencial eletroquímico das armaduras;
Medição da velocidade de corrosão;
Medição da perda de seção transversal das armaduras corroídas.

Classificação das estruturas para condições de serviço

- É importante deixar claro que não existe um critério universal de análise das condições de serviço de uma edificação. Assim, após os trabalhos de avaliação estrutural, poder-se-á ter conclusões do tipo:
- A estrutura é adequada ao uso atual. Sua expectativa de vida é longa, desde que haja serviços de manutenção e monitoramento.
- A estrutura, embora adequada ao uso atual, não possui condições para uma vida longa, devido a processos de deterioração no concreto armado, com conseqüentes alterações em sua performance.
- A estrutura está inadequada para o uso atual, porém poderá ser usada para outras atividades.
- A estrutura está inadequada e necessita de serviços de recuperação.
- A estrutura não oferece condições de uso, inclusive de recuperação.
- Os dados obtidos da estrutura são insuficientes para oferecer uma conclusão definitiva.

Metodologia para Recuperação da Deterioração

- Informações sobre condições da estrutura e do meio ambiente;
- Levantamento eletroquímico e físico dos dados da estrutura e do meio ambiente;
- Análise destes dados, estabelecendo modelos de deterioração;
- Identificar opções viáveis de recuperação da estrutura;
- Projetar e detalhar tais soluções;
- Especificar materiais e procedimentos para recuperação;

	Causa do problema	Manifestação	Solução para a recuperação*	Impacto do serviço
Inerentes ao concreto	✓ Concreto mal executado, poroso e com segregações.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Baixa durabilidade. ✓ Problemas de esmagamento em pilares. ✓ Corrosão nas armaduras. 	✓ Injeção para monolitização.	✓ Problemas estéticos.
			✓ Reforço com fibra de carbono MFC.	✓ Nenhuma.
			✓ Proteção catódica com Pastilhas Z ou TELA G.	✓ Danos físicos.
			✓ Hidrorepelência com SILANO-CORR em concretos aparentes.	✓ Nenhuma.
	✓ Reação álcali-agregado.	✓ Trincas e fissuras.	✓ Injeção de RENEW.	✓ Problemas estéticos.
			✓ Injeção para monolitização.	✓ Problemas estéticos em pisos.
			✓ Reforço com fibra de carbono MFC.	✓ Nenhuma.
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Manutenção ataque com: <ul style="list-style-type: none"> ○ Lavagem com ácidos. ○ Impregnação de fungos. ○ Outros. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Corrosão nas armaduras. ✓ Bolorência. ✓ Variada. 	✓ Proteção catódica com Pastilha Z e TELA G.	✓ Danos físicos.
			✓ Tratamento com FUNGI RG.	✓ Nenhum.
			✓ Variada.	✓ Variada.

	Causa do problema	Manifestação	Solução para a recuperação*	Impacto do serviço
Influências ambientais	✓ Umidade excessiva e confinada.	✓ Desplacamentos com corrosão nas armaduras do concreto.	✓ Proteção catódica com Pastilha Z e TELA G. ✓ Pintura.	✓ Danos físicos.
	✓ Maresia.	✓ Desplacamentos com corrosão nas armaduras do concreto. ✓ Contaminação do concreto.	✓ Proteção catódica com Pastilha Z e TELA G. ✓ Pintura.	✓ Danos físicos.
	✓ Ataque químico.	✓ Desplacamentos com corrosão nas armaduras do concreto. ✓ Contaminação do concreto.	✓ Proteção catódica com Pastilha Z e TELA G. ✓ Pintura especial com EPÓXI nº 28.	✓ Danos físicos.
	✓ Estacas e sapatas de fundação com corrosão devido a acidificação do solo.	✓ Desplacamentos com corrosão nas armaduras do concreto. ✓ Contaminação do concreto.	✓ Proteção catódica com T.A.G.	✓ Danos físicos insignificantes.

	Causa do problema	Manifestação	Solução para a recuperação*	Impacto do serviço
Projeto e execução inadequados	✓ Concreto armado subdimensionado.	✓ Trincas, fissuras e deformações.	✓ Reforço com fibra de carbono MFC.	✓ Nenhuma.
			✓ Inclusão de novas peças.	✓ Alteração na edificação.
	✓ Concreto com baixa resistência.	✓ Trincas, fissuras e deformações.	✓ Reforço com fibra de carbono MFC.	✓ Nenhuma.
			✓ Inclusão de novas peças.	✓ Alteração na edificação.
	✓ Cura inadequada.	✓ Trincas e fissuras. ✓ Perda da resistência superficial.	✓ Injeção com epóxi com viscosidade igual ou menor que 50cps ou EPÓXI PP50. ✓ Endurecedor de superfície.	✓ Problemas estéticos em concreto aparente.
	✓ Problemas de retração plástica.	✓ Trincas e fissuras.	✓ Injeção com epóxi com viscosidade igual ou menor que 50cps ou EPÓXI PP50.	✓ Problemas estéticos em concreto aparente.

Tentativa de Qualificação das Deteriorações

- | ■ ID | DESCRICHÃO |
|----------|--|
| ■ 0 | Material ou componente não apresenta deterioração. |
| ■ 1 – 2 | Material ou componente com deterioração mínima. Reparos são dispensáveis nesta fase. Fazer nova vistoria posteriormente. |
| ■ 3 – 4 | Poucas partes estão deterioradas. Reparos parciais são necessários. Não há prejuízo no desempenho. |
| ■ 5 – 6 | Algumas partes estão deterioradas. Reparos maiores são necessários. Há prejuízo do desempenho. |
| ■ 7 – 8 | Muitas partes estão deterioradas. Reparos generalizados são necessários. A perda de desempenho é significativa. |
| ■ 9 – 10 | O componente deve ser substituído. |

Responsabilidades

- Construtoras
- Fabricantes
- Aplicadores
- Projetistas, consultores e pesquisadores

Responsabilidades das Construtoras

- Deficiências técnicas no conhecimento sobre o comportamento de alguns materiais, equipamentos e procedimentos
- Falta de sensibilidade com a necessidade de desenvolvimento
- Insensibilidade com a necessidade de se utilizarem projetos específicos
- Planejamento e controle da qualidade incompatíveis com a complexidade do problema
- Pouca preocupação com a capacitação das equipes de obra nos assuntos
- Preparo dos materiais com poucos critérios técnicos, muitas vezes definidos pelo próprio operário

Responsabilidades dos Fabricantes

- Deficiências no conhecimento do comportamento dos materiais e procedimentos e sobre as necessidades de mercado. Desconhecimento da aplicação de seus produtos
- Deficiência de pesquisa e desenvolvimento. O foco da pesquisa é voltado somente para alguns poucos materiais, equipamentos e procedimentos, por meio de suas próprias formulações
- Pouca preocupação com a inexistência de normalização de desempenho de produto e de métodos de ensaio
- Pouca preocupação com a capacitação e certificação de aplicadores. Não produção de sistemas. Visão do produto estanque, da "commodity"
- Produção de produtos de baixo desempenho, de propriedades conflitantes e ineficazes. Produção de componentes de qualidade duvidosa e desperdício de boas oportunidades de negócio

Responsabilidades dos Fornecedores de Serviço de Aplicação

- Deficiência no conhecimento sobre o comportamento dos produtos
- Práticas atrasadas e muitas vezes erradas que comprometem o desempenho do revestimento
- Pouca preocupação com a capacitação da mão-de-obra
- Pouca preocupação com a necessidade do uso de equipamentos corretos de produção, mistura, transporte e aplicação
- Pouca preocupação com a segurança e higiene do trabalho

Responsabilidades de projetistas, consultores e pesquisadores

- Deficiência no conhecimento sobre o funcionamento e comportamento dos produtos e procedimentos
- Inexistência de consenso nas soluções básicas e nos detalhes mais elementares sobre tais procedimentos
- Deficiência de pesquisa. Poucas verbas para financiamento sobre esses temas, os quais são desconsiderados pelas agências financiadoras. Laboratórios pouco equipados nestas direções. Pesquisa concentrada no comportamento de outros produtos e procedimentos

Objetivo do Laudo Técnico

- Estabelecer as diretrizes gerais para a execução de serviços de recuperação e manutenção da edificação, de modo a preservar o desempenho, a segurança e a confiabilidade dos componentes e dos sistemas da edificação, prolongar sua vida útil e reduzir os custos de manutenção.
- Seus pontos essenciais são: arquivo técnico da edificação, cadastro dos componentes e sistemas da edificação, programa de manutenção e organização da área de manutenção.

Arquivo técnico e Cadastro dos componentes e sistemas da edificação

- O arquivo técnico da edificação será constituído por todos os documentos de projeto e construção disponíveis e os novos, incluindo memoriais descritivos, memoriais de cálculo, desenhos e especificações técnicas. Será integrado ainda pelos catálogos, instruções de montagem, manuais de manutenção e de operação e termos de garantia fornecidos pelos fabricantes e fornecedores dos componentes e sistemas da edificação.
 - O arquivo técnico e o cadastro dos componentes e sistemas da edificação serão mantidos permanentemente atualizados, refletindo todas as modificações e complementações realizadas ao longo da sua vida útil, incluindo os memoriais e desenhos "como construído" elaborados durante a construção e todas as suas alterações posteriores.
- Registros históricos dos serviços de manutenção, facilidades de aquisição, disponibilidade de recursos e outras variáveis deverão orientar a fixação dos quantitativos e demais parâmetros de rotação do estoque necessário aos serviços de manutenção.

Programa de manutenção

- O programa de manutenção será fundamentado nos procedimentos e rotinas de manutenção preventiva recomendados pelos manuais de manutenção dos fabricantes e fornecedores dos componentes e sistemas da edificação, assim como na experiência adquirida pelo Condomínio.
- A contratação de serviços de terceiros será realizada em função da complexidade e especialidade dos serviços de manutenção, do pessoal, recursos disponíveis e diretrizes do Condomínio.
- Todos os procedimentos e rotinas de manutenção preventiva utilizados deverão ser continuamente avaliados, ajustados e complementados pelo Condomínio e seus consultores, de modo a permanecerem sempre atualizados ao longo da evolução tecnológica e consistentes com as necessidades e experiência adquirida na gestão do Sistema de Manutenção.

Finalidades de um projeto específico

- Determinar materiais, geometria, juntas, reforços, pré-moldados, acabamentos, procedimentos de execução e controle, bem como diretrizes para manutenção específicos para uma determinada obra, de forma a se obter um desempenho satisfatório do elemento ao longo do tempo

Análise prévia do projeto

Para que este objetivo seja atingido, é necessário contemplar:

- a) condicionantes para o projeto;
- b) especificação dos materiais;
- c) diretrizes de seleção do sistema;
- d) diretrizes para controle de produção;
- e) diretrizes de inspeção e manutenção

Condicionantes para o projeto

- Condições ambientais: insolação, regime de chuvas, umidade relativa do ar, temperatura, ventos predominantes, poluentes na atmosfera e outros.
- Arquitetura: projeto arquitetônico, cores, detalhes de elementos da fachada, elaboração dos reforços e juntas, definição dos pré-moldados.
- Estrutura: geometria, rigidez e deformações previstas para definição de juntas, detalhes construtivos das ligações das alvenarias com elementos estruturais, definição da ponte de aderência, entre outros.
- Instalações: interferência nas fachadas, como rasgos e aberturas, interferência com as armaduras dos elementos estruturais, interferência com os detalhes arquitetônicos.

Controle de execução e acompanhamento

- a. Antes do início
- b. Durante a execução
- c. Após a conclusão

Origem dos problemas patológicos

- Detalhamento insuficiente
- Seleção inadequada de materiais e técnicas construtivas
- Não-conformidade entre o projetado e o executado
- Falta de controle
- Mão-de-obra despreparada
- Insuficiência de manutenção

Patologias durante a Concepção

- Falhas no estudo preliminar
- Falhas no ante-projeto
- Falhas no projeto final de engenharia, levando a:
 1. Elementos de proj inadequados, tais como má definição das ações atuantes ou de sua combinação mais desfavorável, escolha inadequada do modelo analítico, deficiência de cálculo da estrutura ou da avaliação da capacidade portante do solo;
 2. Incompatibilidade entre estrutura e arquitetura ou instalações;
 3. Especificação inadequada de materiais;
 4. Detalhamento insuficiente ou detalhes construtivos inadequados ou falta de padronização nas representações gráficas;
 5. Erros de dimensionamento

Patologias durante a Construção

- Falta de condições locais de trabalho, tais como cuidados e motivação;
 - Pouca capacitação profissional da mão-de-obra e fraco comando;
 - Deficiente controle de qualidade de execução e/ou fiscalização;
 - Má qualidade de materiais e componentes;
 - Irresponsabilidades e sabotagens;
 - Falta de prumo, de esquadro e de alinhamento dos elementos. Desnívelamento de pisos e/ou falta de caimento em pisos molhados;
 - Argamassas de assentamento de revestimentos com espessuras \neq ;
 - Flechas e/ou rotações excessivas;
- É conclusão do Bol. 183, item 10.2, que a deficiente formação na construção civil é o principal fator de não-obtenção de estruturas duráveis ou de bom desempenho

Patologias durante a Construção (2)

- A motivação dos trabalhadores está relacionada à quantidade de informações técnicas a eles transmitida;
- As indústrias de materiais e componentes, em média, estão afastadas dos objetivos da qualidade das construções, que investem pouco na melhoria técnica e funcional de seus produtos;
- A ausência de normatização de diversos materiais e procedimentos, acrescida pela falta de fiscalização daqueles já normalizados;
“A menor durabilidade, os erros dimensionais, a presença de agentes agressivos incorporados e a baixa resistência mecânica são apenas alguns dos muitos problemas que podem ser implantados nas estruturas como consequência da baixa qualidade dos materiais”;

Patologias durante a Utilização

- A estrutura deverá ter manutenção eficiente, em especial, nas partes onde o desgaste e a deterioração podem ser maiores;
- Nas construções em alvenaria armada, os usuários devem ser informados sobre quais paredes são estruturais;
- Nas estruturas sujeitas às cargas, tais informações devem ficar visíveis aos usuários;
- Deve ser evitada manutenção ineficiente ou inadequada;
- Deve ser prevista verba específica para manutenção;
- Devem ser feitas limpezas e impermeabilizações nos locais que possam acumular águas, tais como pleigraúndes, coberturas, marquises, pistas e piscinas;

Problemas patológicos mais frequentes

- Fissuras em elementos estruturais
- Armaduras corroídas
- Falhas de concretagens
- Aparelhos de apoio em condições inadequadas ou distorcidos
- Juntas de dilatação com selantes rompidos ou vedadas de forma inadequada, permitindo infiltrações
- Falta de pingadeiras ou guarda-corpos deteriorados
- Danos causados por incêndios
- Pavimentação deteriorada
- Sistema de drenagem inadequado ou inexistente
- Deslocamentos lineares por translações, flechas, recalques, rotações e deformações

Causas da Deterioração das Estruturas

- Deficiências da concretagem;
- Inadequação das formas;
- Deficiências das armaduras;
- Utilização incorreta dos materiais do concreto;
- Insuficiência do controle de qualidade;
- Falha humana de manutenção inadequada;
- Estrutura porosa do concreto;
- Causas químicas;
- Causas físicas;
- Causas biológicas

Exemplos por grupos de deterioração

- Arquitetura
- Alvenaria
- Fissuração
- Juntas
- Corrosão
- Pinturas
- Revestimentos Cerâmicos
- Estruturas incendiadas

Arquitetura

- Os serviços de conservação em arquitetura normalmente restringem-se à substituição de elementos quebrados ou deteriorados. Esta substituição deve ser feita após a remoção do elemento falho e da reconstituição original, se assim for o caso, de sua base de apoio, adotando-se, então, o mesmo processo construtivo descrito nas Práticas de Construção correspondentes.
- Conforme o caso, será necessária a substituição de toda uma área ao redor do elemento danificado, de modo que, na reconstituição do componente, não sejam notadas áreas diferenciadas, manchadas ou de aspecto diferente, bem como seja garantido o mesmo desempenho do conjunto.
- Se a deterioração do elemento for derivada de causas ou defeitos de base, deverá esta também ser substituída.

Alvenaria

- Deve-se descascar ou retirar o revestimento de todo o componente, deixando à mostra a trinca, rachadura ou área deteriorada. Procede-se, então, ao seu alargamento e verificação da causa para sua correção. Após a correção, deverá ser feito preenchimento com argamassa de cimento e areia traço volumétrico 1:3, até obter-se um nivelamento perfeito da superfície.
- Posteriormente será aplicado o revestimento para refazer o acabamento de todo o componente original, atentando-se para a não formação de áreas de aspecto e desempenho diferentes. Recomenda-se avaliar entre as causas das deteriorações: movimentações da estrutura, deficiência do material, deficiência do substrato, deficiência de aderência, ação de intempéries e/ou agentes agressivos, expansão térmica ou higroscópica do componente, retração térmica ou higroscópica da base, inadequação das juntas de assentamento e ausência ou inadequação de juntas de movimentação.

Causas da fissuração

- Fissuração causada por ações diretas;
- Fissuração oriunda de deformações impostas;
- Fissuração devida à retração plástica e ao assentamento do concreto;
- Fissuração devida à corrosão da armadura;
- Fissuração devida ao congelamento da água;
- Fissuração causada por ação química.

Função das juntas

- Todo piso industrial em concreto está sujeito a tensões devido a diversas causas, como retração do concreto, retrações e dilatações causadas por variações térmicas ou higrotérmicas, empenamento das placas e carregamento, seja ele estático (cargas distribuídas ou pontuais, como as de prateleiras) ou móvel (empilhadeiras de rodas pneumáticas ou rígidas).
- Parte dessas tensões provoca uma sensível redução da vida útil do pavimento, caso não sejam devidamente consideradas.
- O projeto deve prever dispositivos, detalhes construtivos, reforços estruturais e especificações de materiais adequados a cada tipo de solicitação

Função das juntas (2)

- Dentre estes dispositivos ou detalhes construtivos estão as **juntas**, definidas como um "detalhe construtivo que deve permitir as movimentações de retração e dilatação do concreto e a adequada transferência de carga entre placas contíguas, mantendo a planicidade, assegurando a qualidade do piso e o conforto de rolamento"
- É importante ressaltar que as juntas devem permitir a adequada transferência de carga entre placas contíguas

Onde a corrosão pode ocorrer

A corrosão do aço pode ocorrer nas estruturas que:

- a) não estejam preparadas para barrar o ingresso dos agentes agressivos que deflagram a corrosão;
- b) aquelas que não foram adequadamente projetadas para enfrentar o meio ambiente agressivo;
- c) aquelas em que este meio ambiente não foi adequadamente identificado em sua agressividade;
- d) aquelas que não foram preparadas para enfrentar as mudanças do meio ambiente durante sua vida útil.

Corrosão do ferro como processo eletroquímico

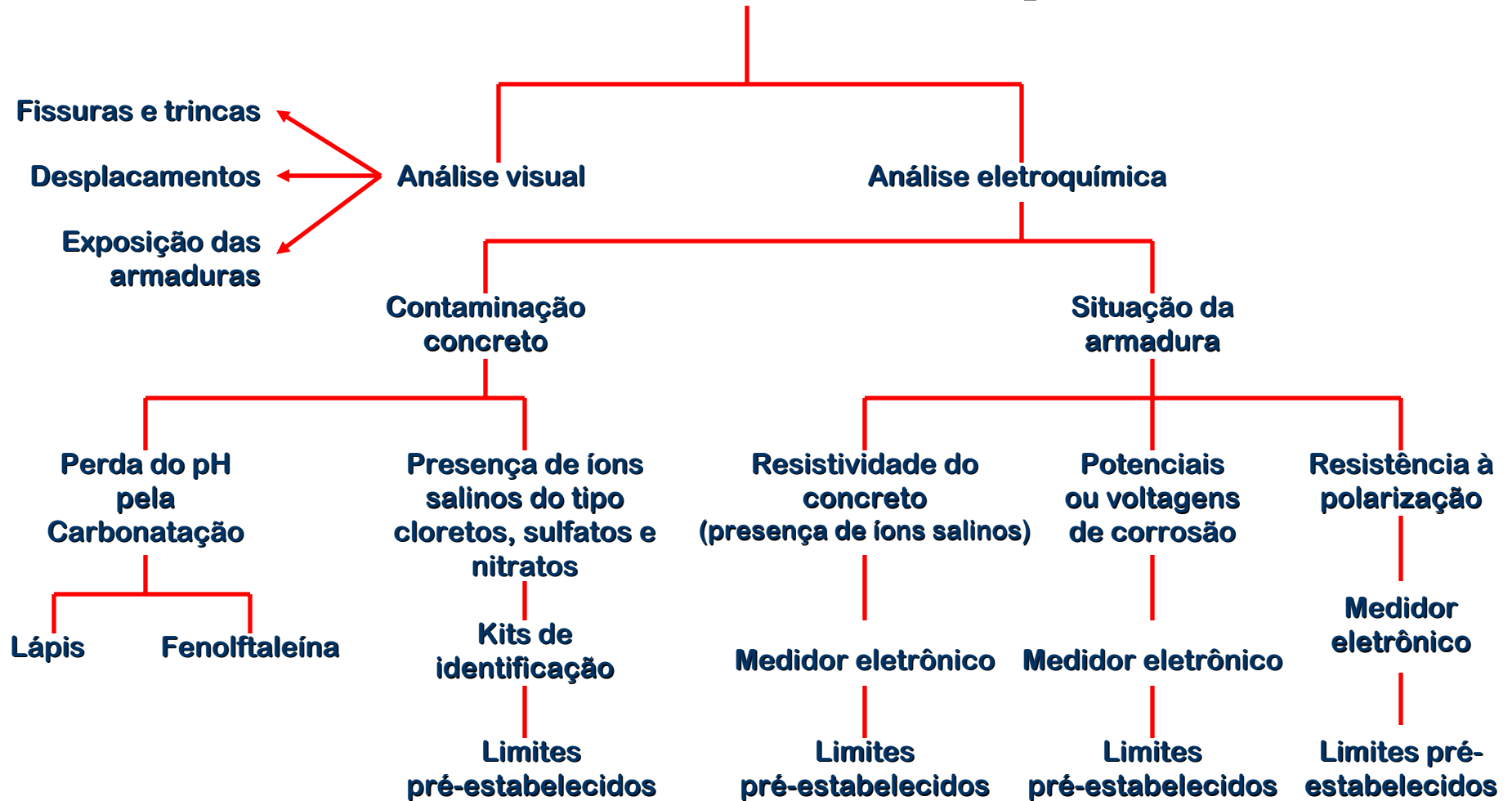
A ferrugem mais comumente encontrada é o $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, óxido hidratado.

A corrosão que ocorre no aço é um processo eletroquímico, de natureza galvânica, já que o aço da construção é composto de ferro e de outros diferentes metais e se desenvolve com a transferência de elétrons entre metais

Fatores que aumentam a corrosão

1. Presença de cloretos e sulfatos;
2. Presença de oxigênio e de umidade;
3. Ciclos de umedecimento e secagem;
4. Heterogeneidades no concreto e no aço;
5. Abaixamento do pH da água contida nos poros do concreto;
6. Carbonatação da pasta de cimento Portland e Lixiviação;
7. Fissuras no concreto;
8. Correntes de fuga;
9. Efeitos galvânicos resultantes do contato de metais dissimilares

Identificação da Corrosão e Natureza de Ataque



Causas das patologias nas pinturas

1. Seleção inadequada da tinta por conta da exposição imprópria a condições agressivas em relação ao produto selecionado ou por incompatibilidade com o substrato;
2. Condições meteorológicas inadequadas por temperatura e/ou umidade muito elevada ou muito baixa ou ventos fortes;
3. Ausência de preparação do substrato ou preparo insuficiente. Neste caso a pintura apresenta pulverulência, contaminação em graxa, óleos, sujeiras, bolor, materiais soltos e substrato poroso;
4. Substrato que não apresenta estabilidade, como quando a argamassa ou o concreto ainda não curaram, ou quando sua superfície está deteriorada ou friável;
5. Umidade excessiva no substrato advinda de infiltração, condensação, ascendente dos pisos ou remanescente da execução da edificação;
6. Diluição excessiva da tinta na aplicação;
7. Formulação inadequada da tinta.

Manifestações - Descolamento da pintura

1. Apresentação

- Perda de aderência da película;
- Pulverulências ou descolamentos;
- Escamação da película.

2. Investigações

- Verificar a existência de umidade no substrato;
- Verificar a existência de contaminantes na interface película da pintura com o substrato;
- Verificar as características do substrato e da superfície de aplicação quanto à lisura, porosidade e umidade

Manifestações - Descolamento da pintura

3. Diagnóstico

A – Preparo inadequado do substrato / ausência deste preparo.

Causas

- Aplicação de tinta em superfície contaminada por sujeira, poeira, óleo, graxa, eflorescência, partículas soltas, desmoldantes, etc.;
- Aplicação sobre substrato muito poroso, que absorve o veículo, restando apenas os pigmentos e as cargas em forma pulverulenta;
- Aplicação da tinta sobre substrato muito liso, tais como superfícies de concreto com desmoldante ou cerâmica vitrificada.

Manifestações - Descolamento da pintura

3. Diagnóstico

B – Aplicação em substrato instável.

Causas

- Aplicação prematura da tinta formando película impermeável sobre argamassa insuficientemente curada, com perda de aderência, pulverulência e umidade na interface do filme com o substrato;
- Aplicação de tinta sobre substrato com elevado teor de sais solúveis em água, que por evaporação e capilaridade, depositam-se na interface do filme com o substrato;
- Aplicação de tinta sobre substratos em vias de expansão ou desagregação, magnificado pela alta temperatura e umidade.

Manifestações - Descolamento da pintura

3. Diagnóstico

C – Aplicação sobre base úmida

Causas

- Aplicação de tinta com baixa resistência a álcalis, como as tintas a óleo ou alquídicas, sobre substrato úmido e alcalino, resultando em perda de aderência e pulverulência;
- Aplicação de tinta impermeável sobre substrato úmido, cuja umidade condensa e provoca o deslocamento do filme.

Manifestações - Defeitos no filme da pintura

1. Apresentação

- Filme apresentando fissuras e trincas, às vezes com perda de brilho e pulverulência;
- Película pegajosa, com sinais de bolha d'água e de oleosidade, de cor amarela e marrom, podendo apresentar-se descolorida;
- Desagregação pulverulenta, por empoamento ou calcinação;
- Formação de bolhas e vesículas;
- Enrugamento tipo "pele de jacaré";
- Manchas cor marrom, cinza, preta, vermelha ou verde sobre o filme;
- Sinais de manchas suaves marrom claro e amarelo.

2. Investigações

- Verificar a existência de deterioração na película de pintura e suas manifestações;
- Verificar as características da base de pintura quanto à umidade, à existência de partículas passíveis de expansão ou de formação de manchas.

Manifestações - Defeitos no filme da pintura

3. Diagnóstico

A – Problemas com a natureza da tinta

Causas

- Aplicação de tinta com baixa resistência à radiação solar em ambiente externo, com destruição do filme por fissuramento ou por deterioração com pulverulência, eventualmente acompanhadas de perda de brilho e de cor;
- Aplicação de tinta com baixa flexibilidade sobre substrato de variação dimensional elevada, com destruição do filme por fissuramento;
- Aplicação de tinta com baixa resistência a álcalis, tornando a tinta pegajosa com sinais de bolhas d'água e de óleo;
- Aplicação prematura de tinta que forme película impermeável sobre substrato de argamassa curado em tempo insuficiente, levando a tinta a apresentar sinais de deterioração, às vezes com formação de pó;
- Aplicação de tinta com baixa resistência ao ataque por agentes biológicos, tais como bolor, fungos e algas, em substrato de alta umidade, com apresentação de manchas escuras sobre a superfície;
- Incompatibilidade das várias camadas do sistema de pintura, secagem muito rápida ou espessura elevada, produzindo enrugamentos.

Manifestações - Defeitos no filme da pintura

3. Diagnóstico

B – Problemas com a natureza do substrato

Causas

- Aplicação da tinta sobre argamassa de revestimento contendo partículas expansivas, majorados os efeitos por altas temperaturas e umidades, apresentando bolhas e vesículas;
- Aplicação da tinta sobre argamassa de revestimento contendo partículas solúveis em água, produzindo manchas;
- Aplicação de tinta sobre substrato muito poroso, que absorve o veículo, restando na superfície apenas as cargas e os pigmentos, em forma de pó, facilmente removível.

C – Aplicação em condições inadequadas

Causas

- Secagem muito rápida devido à temperatura ou umidade inadequadas ou ventos fortes, enrugando o filme.

Manifestações - Bolhas

■ Diagnóstico - Causas

- 1. Umidade na superfície (segue exemplo em foto);
- 2. Quando é usada massa corrida PVA em paredes externas ou mesmo interna, mas que tenham contato com água (segue exemplo em foto);
- 3. Por poeiras que não foram removidas da superfície, principalmente sobre massa corrida, após ser lixada;
- 4. Ao aplicar uma tinta com melhor qualidade sobre uma de qualidade inferior. A nova tinta, ao infiltrar na antiga, poderá causar bolhas na superfície;
- 5. Podem ocorrer bolhas se e quando a tinta a ser aplicada não tiver sido diluída corretamente.

Causas de deterioração em revestimentos cerâmicos

- Seleção equivocada de produtos para ambientes mais agressivos que sua característica de uso;
- Técnica inadequada de assentamento por ausência de juntas de expansão ou deformação devido à má impermeabilização;
- Desconhecimentos das tensões provenientes de movimentos da base;
- Defeito do próprio produto em qualidade e geometria

Principais ocorrências

- Descolamento de placas cerâmicas
- Eflorescências
- Sinais de riscos e desgastes
- Fratura, lascamento e esfarelamento

Causas do colapso das estruturas incendiadas

Nos edifícios de múltiplos andares, o colapso progressivo induzido por incêndio tem sido relacionado:

- às falhas nos sistemas de segurança e materiais de proteção passiva,
- à severidade do incêndio, em itens tais como taxa de aquecimento, extensão e duração,
- aos materiais estruturais em resistência, rigidez e ductilidade
- ao carregamento aplicado à estrutura e
- às características estruturais tais como o arranjo do sistema estrutural e sua capacidade de redistribuição de esforços (Scott *et al.* (2002)).

Fissuração e Corrosão

- A ação do combate ao incêndio pode ser tão destrutiva ao concreto quanto à própria ação do fogo. Os resfriamentos e contrações abruptas provocam fissuras (Cánovas (1988)). Em uma estrutura de concreto aquecida próximo a 500 °C, a ação da água produz uma grande elevação de temperatura em virtude da reação de reidratação do óxido de cálcio livre no concreto.
- O aumento da temperatura incide em novas expansões térmicas e portanto, novas rachaduras. O óxido de cálcio é produto da desidratação do hidróxido de cálcio da pasta, a partir dos 400 °C. Nesse processo há redução no pH do concreto para valores inferiores a 12,5.
- Na reidratação, o hidróxido de cálcio da pasta endurecida do concreto se recompõe, recuperando o pH inicial apenas nas camadas superficiais molhadas, deixando interior ressecado do concreto despassivado à mercê da “frente de carbonatação” de fora para dentro, pois o agente responsável pela frente é o gás carbônico do ar.
- A passivação da armadura depende da alcalinidade do meio. Uma vez que a “frente de carbonatação” atinge a armadura, inicia-se o processo de corrosão.
- As armaduras em situação de incêndio também podem ser afetadas pelo ácido clorídrico desprendido pelos produtos de PVC e derivados, inclusos no interior de peças de concreto. A combustão dos condutos hidráulicos e elétricos de PVC, libera vapores ácidos que reduzem o pH do concreto e, portanto, podem despassivar as armaduras (Cánovas (1988), Suprenant (1997)).

Correção das patologias

- Quais as opções para recuperar?
- Existem várias opções que podem ser adotadas para recuperar um dano estrutural em uma edificação. Evidentemente, será de grande importância a existência dos projetos da edificação e, por continuidade, o histórico de danos e, claro, sua condição atual. Estas informações possibilitarão a escolha da melhor estratégia, eliminando uma série de opções.
- Infelizmente, proprietários e engenheiros costumam recuperar estruturas com base no menor preço, como se fossem durar, se muito, 5 anos. Por outro lado, ao selecionar uma estratégia de recuperação ou reforço para uma edificação é necessário entender que existem fatores como a rejeição e a incompatibilidade. Um exemplo típico é o uso de grautes com cerca de 50MPa de resistência à compressão para recuperar ou reforçar peças de concreto armado de 20Mpa. Peca-se ao negligenciar a retração por secagem, o coeficiente de dilatação térmica, o módulo de elasticidade e a relaxação, propriedades pertinentes a cada material e que influenciam seu comportamento dimensional.

Fiscalização

- O Condomínio manterá desde o início dos serviços até o seu recebimento definitivo, a seu critério exclusivo, uma equipe de Fiscalização constituída por profissionais habilitados que considerar necessários ao acompanhamento e controle dos trabalhos.
- A Contratada deverá facilitar, por todos os meios ao seu alcance, a ampla ação da Fiscalização, permitindo o acesso aos serviços em execução, bem como atendendo prontamente às solicitações que lhe forem efetuadas.
- Todos os atos e instruções emanados ou emitidos pela Fiscalização serão considerados como se fossem praticados pelo Contratante.

Atividades da Fiscalização

- manter um arquivo completo e atualizado de toda a documentação pertinente aos trabalhos, incluindo o contrato, Caderno de Encargos, orçamentos, cronogramas, correspondência e relatórios de serviços;
- obter da Contratada, o Manual de Qualidade e verificar a sua efetiva utilização;
- analisar e aprovar o plano de execução a ser apresentado pela Contratada no início dos trabalhos;
- solucionar as dúvidas e questões pertinentes à prioridade ou seqüência dos serviços em execução, bem como às interferências e interfaces dos trabalhos da Contratada com as atividades de outras empresas ou profissionais eventualmente contratados pelo Contratante;
- paralisar e/ou solicitar o refazimento de qualquer serviço que não seja executado em conformidade com plano ou programa de manutenção, norma técnica ou qualquer disposição oficial aplicável ao objeto do contrato;

Atividades da Fiscalização (2)

- solicitar a substituição de materiais e equipamentos que sejam considerados defeituosos, inadequados ou inaplicáveis aos serviços;
- solicitar a realização de testes, exames, ensaios e quaisquer provas necessárias ao controle de qualidade dos serviços objeto do contrato;
- exercer controle sobre o cronograma de execução dos serviços, aprovando os eventuais ajustes que ocorrerem durante o desenvolvimento dos trabalhos;
- aprovar partes, etapas ou a totalidade dos serviços executados, verificar e atestar as respectivas medições, bem como conferir, vistar e encaminhar para pagamento as faturas emitidas pela Contratada;
- verificar e aprovar os relatórios de execução dos serviços, elaborados de conformidade com os requisitos estabelecidos no Caderno de Encargos;
- solicitar a substituição de qualquer funcionário da Contratada que embarace ou dificulte a ação da Fiscalização ou cuja presença no local dos serviços seja considerada prejudicial ao andamento dos trabalhos.

Relacionamento

- A atuação ou a eventual omissão da Fiscalização durante a realização dos trabalhos não poderá ser invocada para eximir a Contratada da responsabilidade pela execução dos serviços.
- A comunicação entre a Fiscalização e a Contratada será realizada através de correspondência oficial e anotações ou registros no Relatório de Serviços.
- O Relatório de Serviços, em 3 (três) vias, 2 (duas) destacáveis, será destinada ao registro de fatos e comunicações pertinentes à execução dos serviços, como conclusão e aprovação de serviços, indicações sobre a necessidade de trabalho adicional, autorização para substituição de materiais e equipamentos, irregularidades e providências a serem tomadas pela Contratada e Fiscalização.
- As reuniões realizadas no local dos serviços serão documentadas por Atas de Reunião, elaboradas pela Fiscalização e que conterão, no mínimo, os seguintes elementos: data, nome e assinatura dos participantes, assuntos tratados, decisões e responsáveis pelas providências a serem tomadas.

Bibliografia (1)

- ASTM - Standard recommended practice for developing short-term accelerated test for prediction of the service life of building components and materials: E632-78. Philadelphia, 1980. pg.1121-8.
- Bonin, Luís Carlos. Manutenção de Edifícios: Uma revisão conceitual. in: Seminário sobre manutenção de edifícios: escolas, postos de saúde, prefeitura e prédios públicos em geral, RS, 1988. Anais. p. 1-27.
- Centre Scientifique et Technique de la Construction. Pathologie du Batiment: Humidité, Décollement, Fissuration, Corrosion. Bruxelles, 1979.
- Costella, M F. Geyer, A. Patologia da Umidade: Estudo de Caso. in: IV Congresso Ibero-americano de Patologia das Construções, Porto Alegre, 1997. Anais. p. 373-79.
- Ioshimoto, E. Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais. Tecnologia de Edificações, SP. Pini, IPT ., Coletânea de trabalhos da Div. Edificações do IPT. 1988. p.545-48.

Bibliografia (2)

- John, VM; Cremonini, RA. Manutenção dos edifícios: uma visão sistêmica. In: 10º Simpósio Nacional de Tecnologia da Construção: A Manutenção da Construção Civil, São Paulo, 1989. Anais. p. 115-28.
- Linchtenstein, NB; Patologia das construções: procedimento para formulação do diagnósticos de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. SP, 1985. 191p. Dissertação (Mestrado) . EPUSP.
- Perez, AR. Manutenção de Edifícios. Tecnologia de Edificações, SP. Pini, IPT . Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações. 1988. p.611-14.
- Thomaz, E. Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação. SP. Pini, EPUSP – IPT, 1989.
- Uemoto, KL. Patologia: Danos causados por eflorescência. Tecnologia de Edificações, SP. Pini, IPT Coletânea de trabalhos da Div. De Edificações do IPT. 1988. p.561- 64.
- Verçoza, EJ. Patologia das Edificações. Porto Alegre. Sagra, 1991.

Sessão encerrada
Obrigado a todos

Eng^o Marcelo Iliescu
iliescu@iliescu.com.br
www.iliescu.com.br