



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Construção Civil

PCC-2436 – Tecnologia da Construção de Edifícios II

AULA 29 PROBLEMAS PATOLÓGICOS

*Conceitos básicos;
Metodologia para diagnóstico e
intervenção*

Profs. Fernando H. Sabbatini, Luiz Sergio Franco,
Mercia M. B. Barros, Silvio Burrattino Melhado;
Vitor Levy Castex Aly

novembro de 2006

Conceito de desempenho

O edifício quando submetido às diversas condições de uso, deve satisfazer as exigências de quem se destina (usuário).



DESEMPENHO

QUANDO NÃO SE ALCANÇAM OS REQUISITOS DE DESEMPENHO DEFINIDOS

FALHA NO SISTEMA

PROBLEMA

PATOLOGIA

PROBLEMAS PATOLÓGICOS (EM EDIFICAÇÕES)

“Todas as manifestações, cuja ocorrência ao longo do ciclo de vida de uma edificação, venha a prejudicar o desempenho esperado do edifício e de suas partes (subsistemas, elementos e componentes)”

PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES

“Campo da engenharia que estuda:

- manifestações
- mecanismos de ocorrência
- causas
- natureza
- origens

e **conseqüências** das situações em que os edifícios ou suas partes **deixam de apresentar o desempenho mínimo pré-estabelecido**”



Exemplificando os conceitos

Manifestações (formas de ocorrência dos PP) em uma viga: fissuras e trincas na superfície do concreto, partes da armadura expostas, deflexões excessivas.

Natureza: (tipo de PP): *degradação precoce*

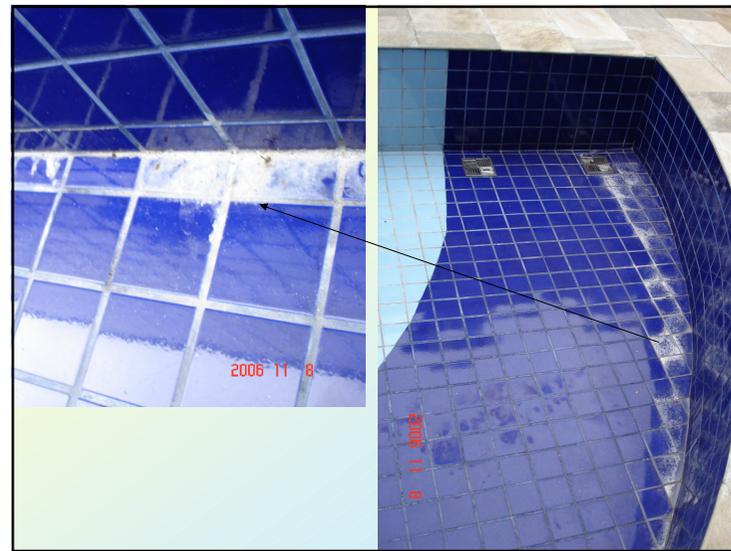
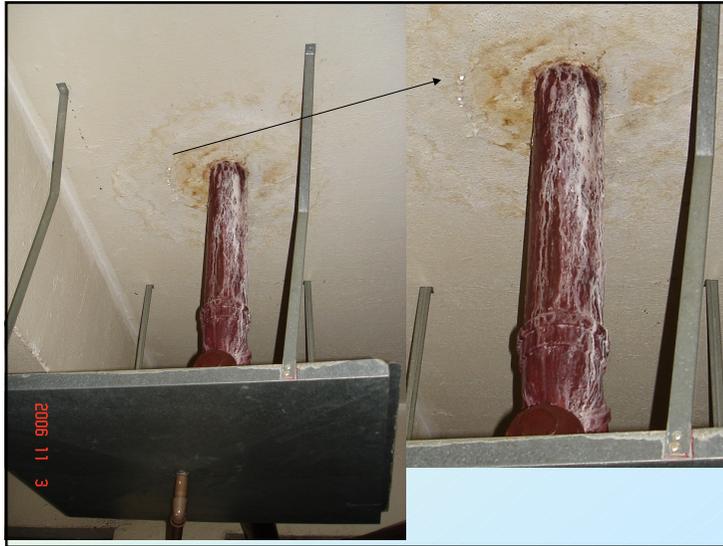
Causa (mediata): *corrosão eletroquímica (com expansão volumétrica) dos componentes metálicos de armação da viga.*

Exemplificação dos conceitos

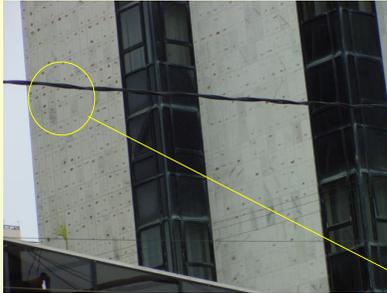
Causa (secundária): *alcalinidade do concreto insuficiente para evitar a corrosão do aço, devido ao cobrimento insuficiente, concreto muito poroso e a intensa exposição da viga a agentes agressivos.*

Origem (causa primária): **FALHA DE PROJETO** (especificações do tipo de concreto e da espessura de cobrimento inadequados para as condições de exposição do local)

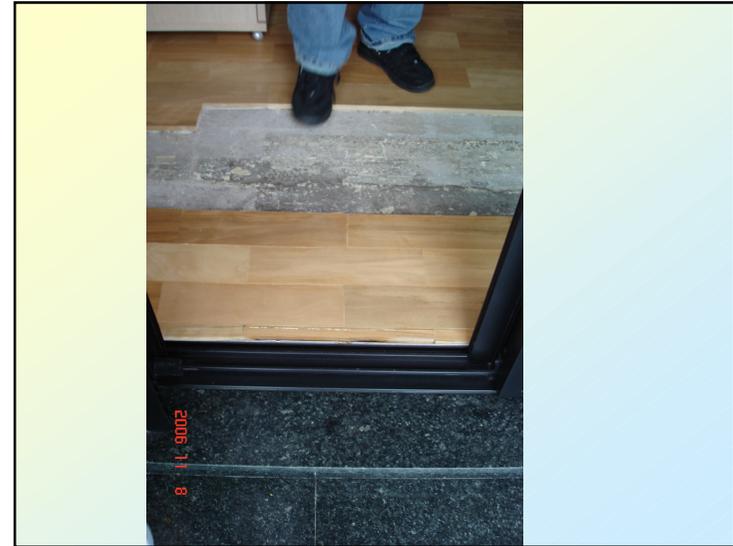




Exemplo: Revestimentos com placas de rocha



Manchamentos:



Placas cerâmicas que se destacam do emboço que permanece completamente aderido.

Ed. Em São Paulo

Questionamento

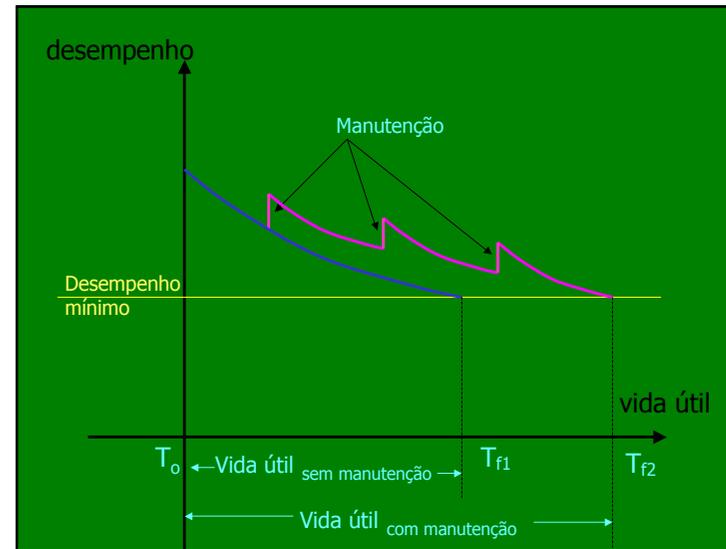
Falhas que ocorram após transcorrido um certo período de tempo são problemas patológicos?



CONCEITOS ASSOCIADOS

DURABILIDADE

- capacidade de um produto manter seu desempenho acima de níveis aceitáveis pré-estabelecidos
- sob condições previstas de uso
- **com manutenção**
- durante um período de tempo que é a **sua vida útil**.



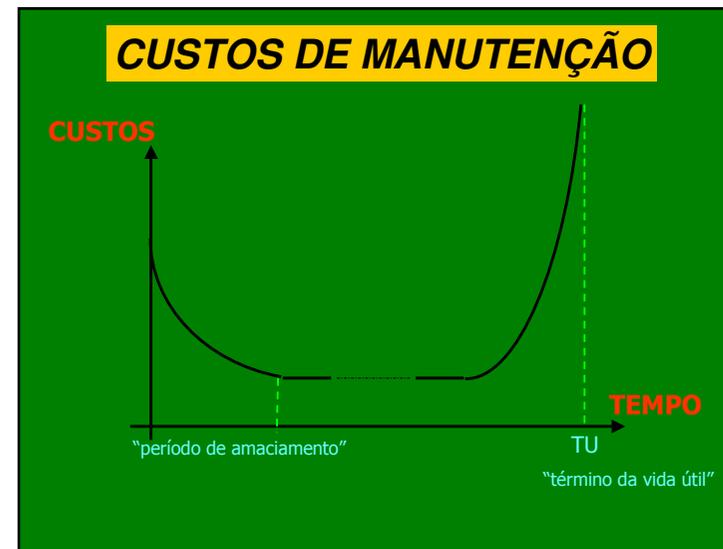
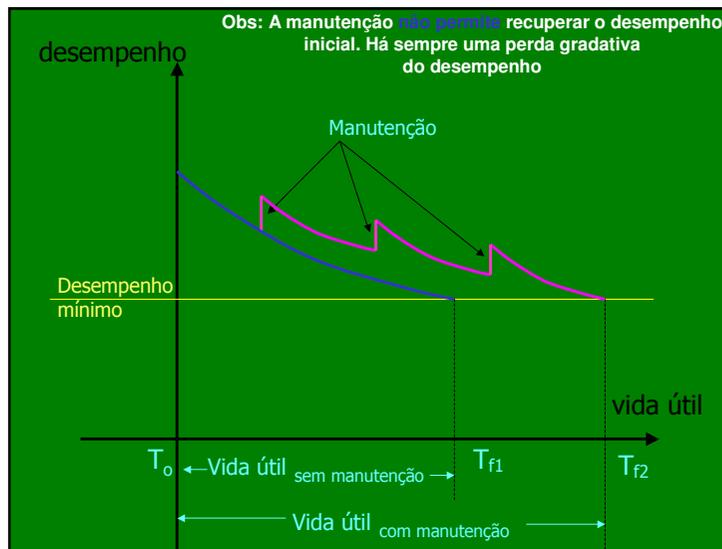
DURABILIDADE (de um produto)

A durabilidade de um edifício e de suas partes está associada:

- à durabilidade dos materiais e componentes utilizados
- às condições de exposição a que está submetido (ao entorno)
- às condições de uso e
- às ações de manutenção realizadas

MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS

Comprende **todas as atividades que se realizam** nos componentes, elementos e equipamentos de um edifício, com o objetivo de manter o seu desempenho funcional ou de suas partes, dentro de níveis aceitáveis, **a um custo compensador**.

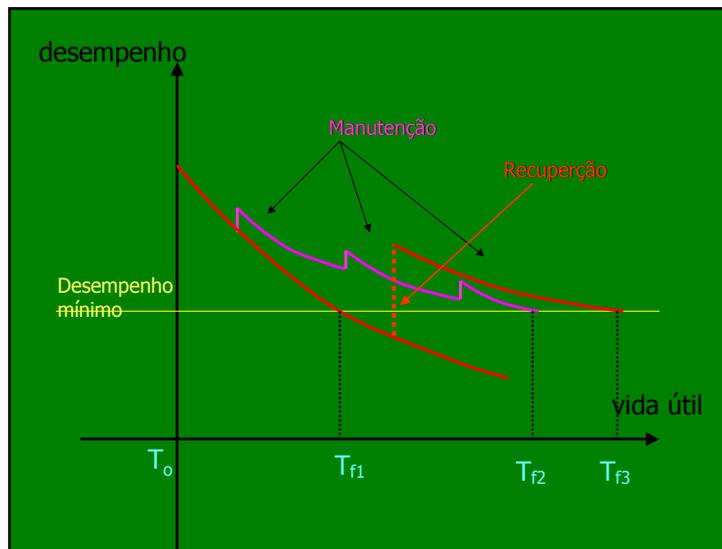


VIDA ÚTIL DE UM EDIFÍCIO

Período de tempo durante o qual o edifício ou suas partes mantêm o desempenho esperado, quando submetido apenas às atividades de manutenção pré definidas em projeto.

A vida útil do edifício pode não se encerrar quando ele ou uma de suas partes alcança o nível mínimo de desempenho.

Pode ser possível uma intervenção técnica –
Recuperação → Campo da
PATOLOGIA



DETERIORAÇÃO

Alterações físicas e químicas que provocam gradual diminuição de uma ou mais propriedades dos materiais, componentes e elementos da edificação submetidos à ação de agentes de deterioração presentes no meio ambiente.

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

(empreendimentos acima US\$200.000,00)
França (1992-1995)

1) Principais responsáveis

Construtoras: 50% direta e 35% indiretamente (as construtoras fazem projeto)

Projetistas: 46%

Empreendedor: 18%

Fabricantes de materiais: 13%

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

(empreendimentos acima US\$200.000,00)
França (1992-1995)

2) Época em que ocorrem

5% → durante a obra

22% → no primeiro ano

59% → até o quarto ano

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

(empreendimentos acima US\$200.000,00)

França (1992-1995)

3) Quanto custam

2,5% custaram mais do que a obra

Um caso custou 730% do valor da obra

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

(empreendimentos acima US\$200.000,00)

França (1992-1995)

4) Principais manifestações

22% no revestimento exterior
(46% na cerâmica)

18% na estrutura
(43% em lajes sobre aterro)

15% nas fachadas
(dos quais 22% em isolantes e outros
22% em fachadas cortinas)

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

(empreendimentos acima US\$200.000,00)

França (1992-1995)

5) principais tipos (natureza) de problemas (onde houve falha de desempenho)

problemas de estanqueidade (27%)

insegurança ao uso (23%)

falta de estabilidade (22%)

mau funcionamento ou
defeito de equipamentos (19%)

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

(empreendimentos acima US\$200.000,00)

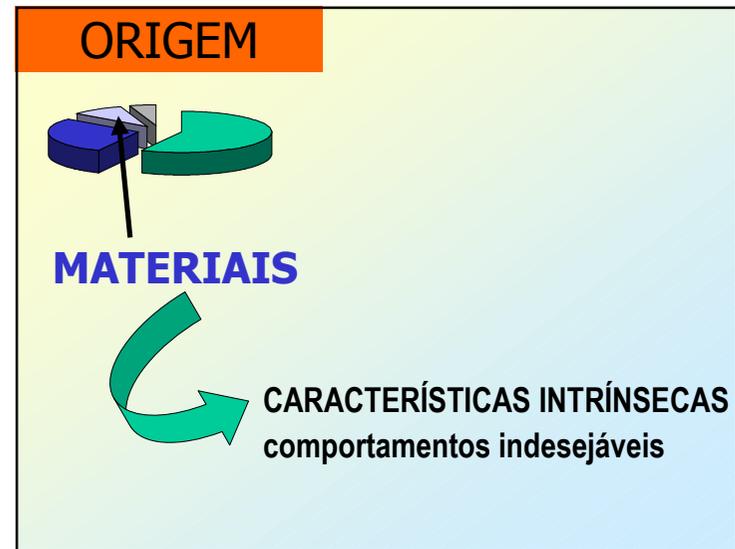
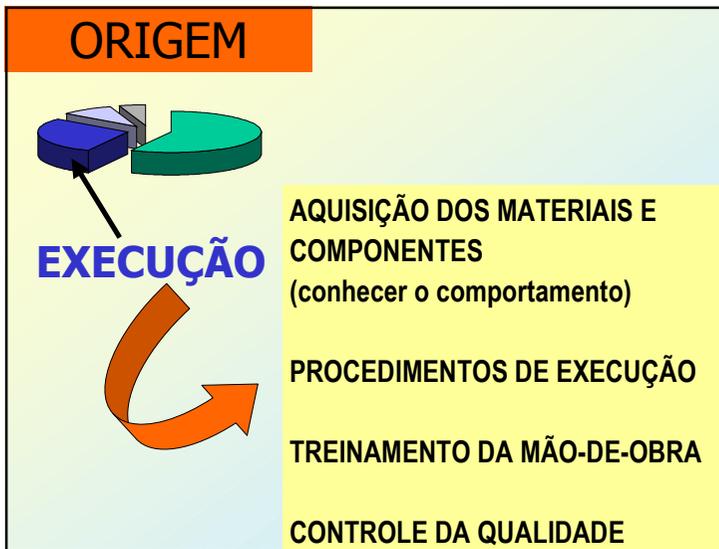
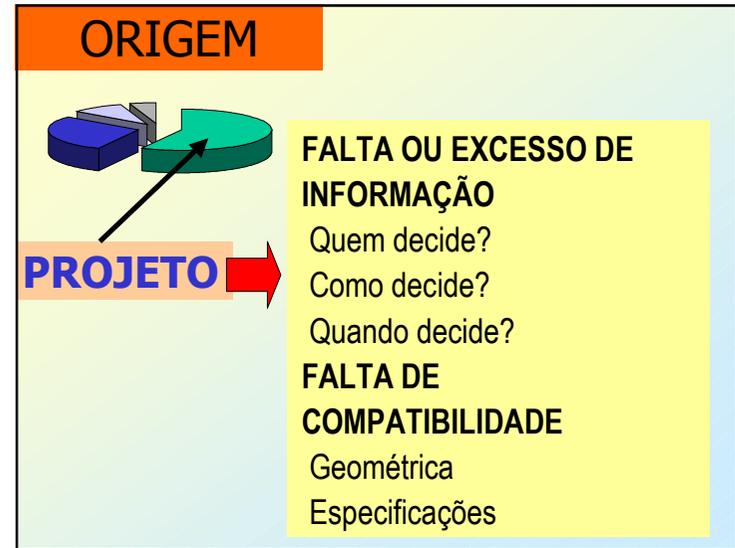
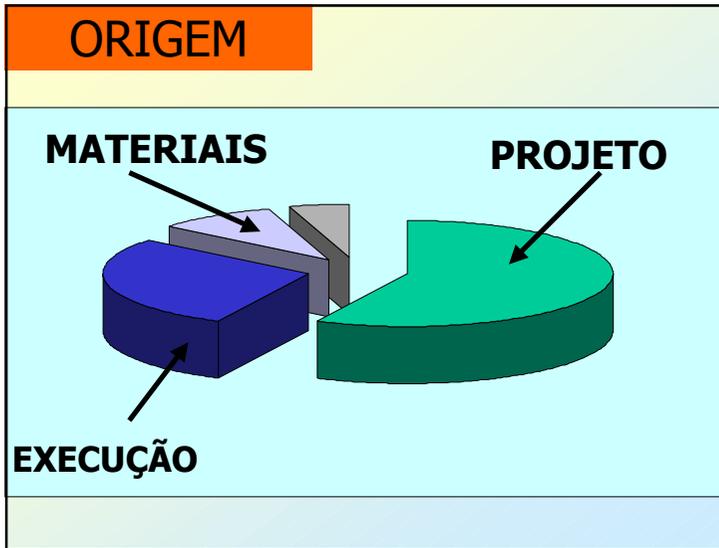
França (1992-1995)

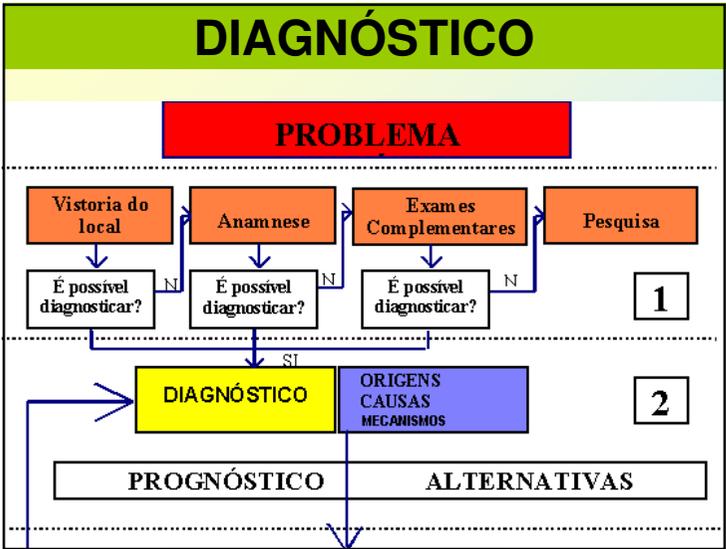
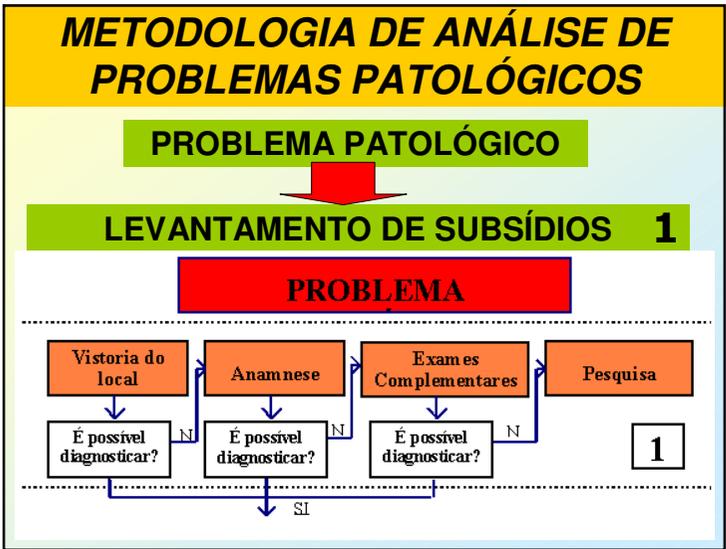
6) Origem da disfunção que levou ao aparecimento da patologia

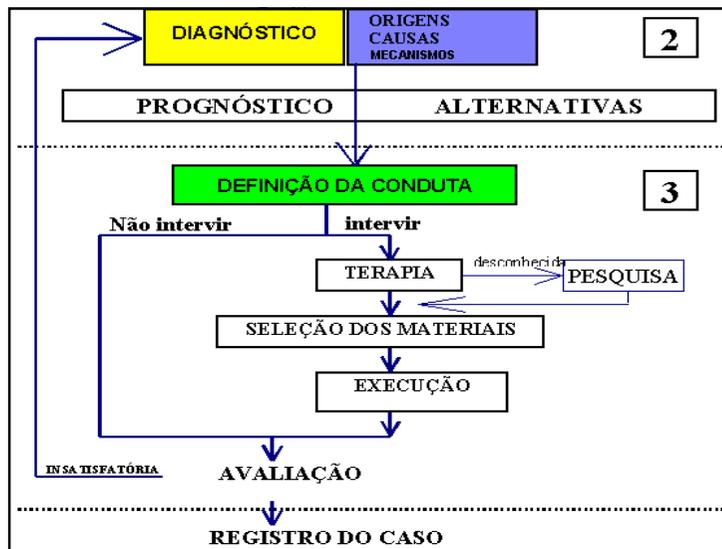
Projeto: 55%

Execução: 31%

Materiais: 11%







METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS

→ Etapa de levantamento de subsídios

→ Vistoria do local

- determinação da existência e da gravidade do problema patológico:
 - caracterização do “objeto” sujeito à manifestação patológica
 - definição e comparação com o desempenho esperado
 - definição de medidas de segurança (isolar área?)

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS

→ Etapa de levantamento de subsídios

→ Vistoria do local

- determinação da extensão e do alcance do problema patológico:
 - quantificação / definição da real extensão do problema
 - identificação de eventuais padrões de manifestação

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS

→ Etapa de levantamento de subsídios

→ Vistoria do local

- determinação da extensão e do alcance do problema patológico:
 - identificação de eventuais padrões de ações atuantes (elas variam? as manifestações também?)
- registro dos resultados

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS

→ Etapa de levantamento de subsídios

→ Anamnese do caso:

→ investigação com pessoas envolvidas (processo produção, vizinhos, usuários):

- Quando foram constatados os sintomas pela primeira vez e de que forma?
- Os problemas foram objeto de intervenção anterior? Quais as intervenções realizadas e quais os resultados obtidos?

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS

→ Etapa de levantamento de subsídios

→ investigação com pessoas envolvidas (processo produção, vizinhos, usuários):

- No decorrer da construção foram feitas modificações no projeto, nos procedimentos ou na especificação dos materiais?
- Foram tomados os cuidados necessários quanto à manutenção e limpeza ou aconteceram fatos não previstos?
- Quando o usuário notou pela primeira vez o problema e quando resolveu intervir?

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS

→ Etapa de levantamento de subsídios

→ investigação com pessoas envolvidas (processo produção, vizinhos, usuários):

- Recorda-se de algum fato que esteja ligado ao aparecimento do problema?
- Ocorrem episódios de reaparecimento dos sintomas ou do agravamento dos mesmos?
- As alterações ocorridas nas condições climáticas mudam as características dos problemas?
- análise de documentos fornecidos;
- registro dos resultados.

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS

→ Etapa de levantamento de subsídios

→ Exames complementares:

- Ensaios laboratoriais.
- Ensaios no local (destrutivos ou não)

→ Pesquisa:

- bibliográfica, tecnológica ou científica.

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS

→ Etapa de diagnóstico

→ Equacionamento do quadro geral da patologia existente

→ Geração de hipóteses efetivas que visam esclarecer as origens, causas e mecanismos de ocorrência que estejam promovendo uma queda de desempenho de um dado elemento, componente ou subsistema.

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS

→ Etapa final de definição da conduta

→ **necessidade ou não de intervir no problema patológico**

→ **alternativas de intervenção e**

→ **definição da terapia a ser indicada**

→ **Através do prognóstico levantam-se as alternativas de intervenção, que são escolhidas através de três parâmetros básicos:**

→ **Grau de incerteza sobre os efeitos;**

METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PROBLEMAS PATOLÓGICOS

→ Etapa final de definição da conduta

→ **Através do prognóstico levantam-se as alternativas de intervenção, que são escolhidas através de três parâmetros básicos:**

→ **Relação custo benefício;**

→ **Disponibilidade da tecnologia para execução dos serviços.**

→ Etapa de registro de caso

ESTUDO DE CASO

Descolamento de pastilhas da fachada de um Shopping Center de São Paulo

VISTA DA FACHADA - Descolamento das pastilhas em placas



Pastilha submetida ao ensaio de arrancamento realizado "in loco", observa-se o processo de assentamento da pastilha com papel perfurado colado à face de aderência



VISTORIA

- ✓ *Pastilhas cerâmicas que compõem a fachada se descolam em grandes placas ameaçando a segurança de pessoas e automóveis*
- ✓ *Áreas onde aconteceram os descolamentos situam-se nas fachadas onde ocorre a ação mais intensa da insolação direta ou nas regiões contíguas às juntas de dilatação*
- ✓ *Além das áreas onde ocorreu o descolamento, outras apresentavam som cavo à percussão*
- ✓ *Processo de assentamento das pastilhas com papel perfurado ao lado à face interna da pastilha*
- ✓ *Utilização de argamassa adesiva com tonalidade especial*

ANAMNESE

- ✓ *Foi estudado mapa já elaborado onde eram indicadas as áreas afetadas e as áreas de descolamento potencial por apresentarem som cavo a percussão*
- ✓ *O edifício foi construído aproximadamente dez meses antes da vistoria, sendo que há um mês começaram a ocorrer os descolamentos*
- ✓ *Contato com os fabricantes da pastilha e da argamassa adesiva indicou que a argamassa adesiva utilizada foi feita sob encomenda devido à tonalidade especial*
- ✓ *O manual do fabricante de pastilhas indica a recomendação do uso de argamassa adesiva quando a base é em emboço desempenado*

EXAMES COMPLEMENTARES

IN LOCO

✓ *Ensaio de arrancamento das pastilhas em diversos locais mostraram que, mesmo nos locais que apresentavam som cavo, a força de arrancamento necessária é relativamente grande, devido ao fenômeno do encunhamento das juntas*

EM LABORATÓRIO

✓ *A caracterização de amostras da argamassa adesiva similares às usadas na obra mostrou resultados satisfatórios de resistência de aderência*

✓ *A caracterização das pastilhas cerâmicas usadas demonstrou serem elas de boa qualidade. Ocorre que estas apresentaram uma película de cola de amido sobre a superfície dos furos*

✓ *Foram feitos ensaios de simulação de desempenho a partir de materiais, componentes, e técnica de assentamento similares aos usados na obra*

✓ *Foram realizados os seguintes ensaios de aderência, utilizando-se a mesma base:*

• *Pastilha com papel perfurado no verso; argamassa adesiva similar à usada na obra*

• *Pastilha sem papel perfurado no verso e sem a película de cola de amido; argamassa adesiva similar à usada na obra*

• *Pastilha com papel perfurado no verso; argamassa adesiva reconhecidamente eficiente*

• *Pastilha sem papel perfurado no verso e sem a película de cola de amido; argamassa adesiva reconhecidamente eficiente*

✓ *O resultado destes ensaios mostrou não haver diferença na aderência quanto à argamassa adesiva empregada. O mesmo não pode ser dito quanto à existência do papel perfurado entre a pastilha e a argamassa, ocorrendo no caso da existência do papel perfurado e da película da cola de amido uma sensível diminuição da aderência*

DIAGNÓSTICO

✓ *O descolamento das pastilhas ocorreu nos locais em que concomitantemente existia uma aderência deficiente e esforços solicitantes de maior intensidade*

✓ *Os esforços solicitantes maiores ocorrem nas fachadas submetidas à insolação direta e nas áreas contíguas às juntas de dilatação da estrutura*

✓ *Aderência deficiente pode ser debitada à própria tecnologia de produção e assentamento das pastilhas*

✓ *Dois fatores podem ser ressaltados como básicos:*

1. *Diminuição da área máxima de contato para 50% da área possível (se não houvesse o papel perfurado)*

2. *Existência de uma película de cola de amido sobre a pastilha na região dos furos, película esta que dificulta a aderência*

CONDUTA RECOMENDADA

- ✓ *Recuperação da fachada pelo reassentamento das pastilhas tanto nas áreas em que houve o descolamento das pastilhas, como nas áreas onde, através do resultado de ensaios de percussão, se concluiu pela existência de um grande potencial de descolamento*
- ✓ *Descartou-se a necessidade do reassentamento das pastilhas de todas as fachadas, apesar da possível aderência inadequada, pela existência do efeito do encunhamento das pastilhas, que dificulta o seu descolamento*
- ✓ *No processo de reassentamento das pastilhas foi proibida a utilização de papel perfurado na face de aderência, com resultados excelentes*