

The slide features a background image of a construction site with a large concrete structure. In the top left, there is a circular logo for 'programa MASTER P=EC IBRACON'. In the top center, there is a screenshot of a website header with the 'VALE' logo and a navigation menu. In the top right, there is a circular logo for 'NQCP REGISTRO DA FÓRMULA E CREDENCIAMENTO DE PESSOAL IBRACON'. The main title 'Inspetor I Patologia Conceitos' is prominently displayed in the center. Below the title, the author's name 'Paulo Helene' is listed along with his professional credentials. The date 'Carajás, 5 de maio de 2025' is located in the bottom left corner.

**programa
MASTER
P=EC
IBRACON**

VALE

Home
Quem somos

NQCP
REGISTRO DA FÓRMULA E
CREDENCIAMENTO DE PESSOAL
IBRACON

Inspetor I Patologia Conceitos

Paulo Helene
Diretor PhD Engenharia
Prof. Titular Universidade de São Paulo
Gestor e Ex-Presidente ALCONPAT Internacional
Ex-Presidente e Conselheiro Permanente IBRACON
Member fib(CEB-FIP) Model Code for Service Life Design
Conselheiro da CNTU, SEESP, PMSP e ABNT

Carajás, 5 de maio de 2025

1

Patologia

Manifestações patológicas

- Acidentes
- Danos
- Falhas
- Erros
- Lesões
- Sintomas
- Vícios
- Colapsos

obs: esta apresentação está protegida pelas leis nacionais e internacionais de direitos autorais e de imagem. É proibida a gravação, reprodução, distribuição, prints e fotografia da tela de apresentação, sem permissão do autor.

2

Patologia de estruturas

- Parte da engenharia que estuda os sintomas, mecanismos, causas e origens dos defeitos, falhas, erros do projeto, da construção e do uso e manutenção;
- Estudo multidisciplinar das partes visando o diagnóstico correto do problema;
- Tem o objetivo de ajudar a definir a melhor intervenção (restringir uso, reforçar, proteger, demolir, etc.) e evitar repetição de problemas

3

Patologia de estruturas - multidisciplinar

Profissionais e entidades envolvidas na solução de problemas patológicos:

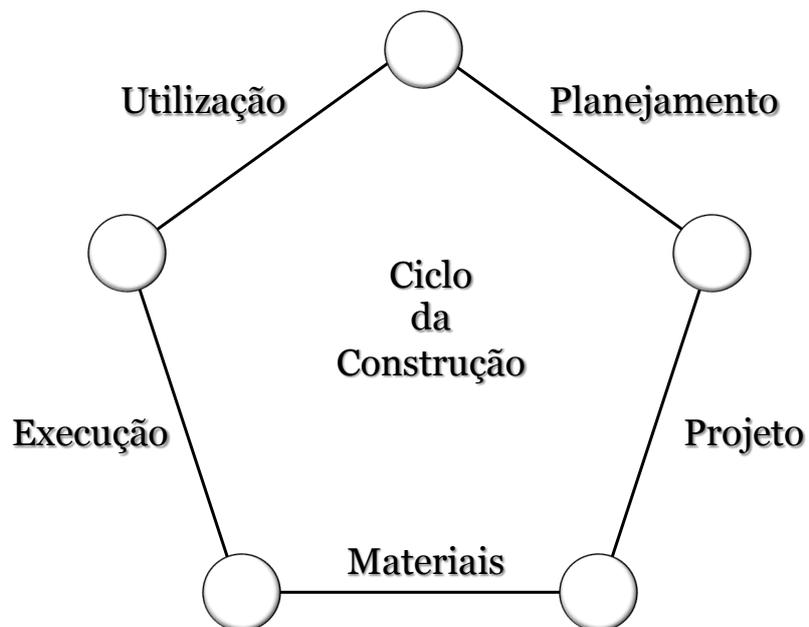
- Engenheiro civil;
- Engenheiro mecânico;
- Engenheiro químico;
- Geólogos;
- Físicos;
- Metalurgistas;
- Universidades;
- Institutos de Pesquisa;
- Laboratórios de controle tecnológico dos materiais;
- Órgãos Públicos, Prefeituras, Proprietário, arquitetos

4

Manifestações patológicas

- Podem ter origem em qualquer etapa do processo construtivo;
- São normalmente provocadas por agentes agressivos, esforços internos e externos ou por procedimentos equivocados de projeto, execução ou utilização;
- Na apresentação das manifestações patológicas procura-se explicitar: origem do problema, agentes causadores mecanismos, formas de prevenção e alternativas de correção.

5



acervo de Paulo Helene

6

Patologia

“disciplina” da engenharia encarregada do estudo sistemático dos defeitos, falhas, danos, lesões das construções, bem como seus sintomas, mecanismos e origem.

7

Patologia

pato → grego *páthos* = doença

logia → grego *lógos* = estudo, ciência

patologia → ramo da engenharia que se ocupa do estudo da natureza, origem, mecanismo e sintomas dos problemas e defeitos nas construções civis

8

Profilaxia

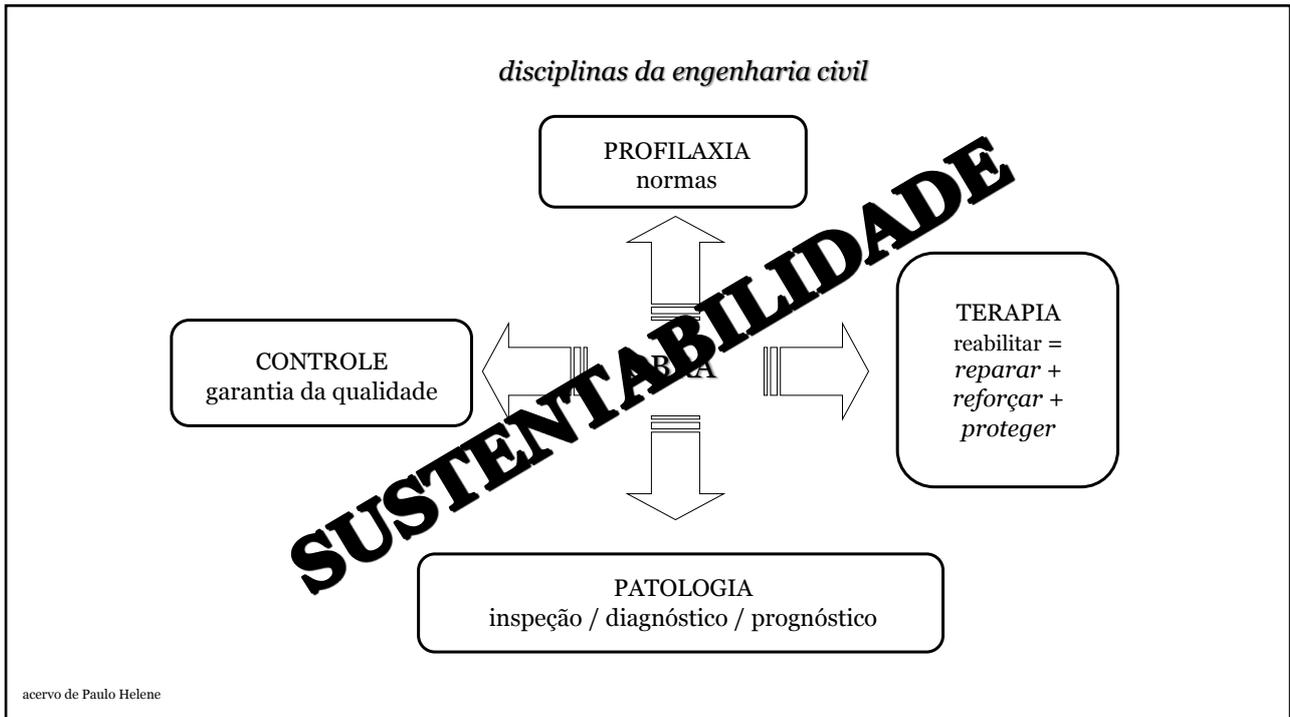
“disciplina” da engenharia encarregada do estudo sistemático de como evitar problemas patológicos nas construções, ou seja, como “bem projetar”, como “bem construir”, como “bem operar” e como “bem manter ou conservar”

9

Terapia

“disciplina” da engenharia encarregada do estudo sistemático de como intervir em construções que apresentam problemas patológicos.

10



11

Conceitos

- Inspeção, vistoria é o ato de observar visualmente e com instrumentos a estrutura com vistas a identificar e diagnosticar problemas patológicos ou de envelhecimento natural. Pode ser preliminar ou detalhada. A ABNT NBR 9452 define 4 tipos de inspeção.

12

Conceitos

- Diagnóstico é o parecer conclusivo sobre um problema patológico que pressupõe a resposta a qual o sintoma típico, qual a origem do problema, quais os agentes causadores e como foi o mecanismo de deterioração

13

Conceitos

- Prognóstico é uma previsão sobre o desenvolvimento e consequências futuras de um problema patológico frente a diferentes cenários, no mínimo frente a um cenário de não intervenção.

14

Sequência de um projeto de intervenção corretiva

- Estudo de alternativas de intervenção
- Escolha da solução
- Projeto de intervenção
- Manual de manutenção

15

Terminologia

- Defeito, lesão, anomalia, dano, manifestação patológica, sintoma patológico– constatação visual de que uma ou mais partes da estrutura não cumprem, precocemente, o fim que lhes foi previsto.
- Envelhecimento natural – sintoma patológico que ocorre coincidentemente com o fim da vida útil prevista.
- Problema patológico – questão a ser resolvida.

16

Terminologia (comum e judicial)

- **Vício** – erro de projeto ou executivo que compromete o bom desempenho da estrutura.
- **Vício oculto (erro redibitório)** – Vício que não pode ser identificado antes da manifestação de suas conseqüências e danos.
- **Vício de construção** – sintoma visível, relativo à execução

17

Tipos de intervenções nas estruturas

- **Reabilitação:** é a recomposição da capacidade estrutural originária de um elemento danificado.
- **Reparo:** é uma intervenção específica
- **Reforço:** é o incremento de capacidade estrutural de um elemento.
- **Proteção**

18

Inspeção e técnicas empregadas

- Tecnologia dos materiais
- Métodos de ensaios destrutivos ou não destrutivos
- Sistemas de medida da geometria das estruturas (*drone, laser*)
- Sistemas de medida de deformações
- Análises químicas e físicas dos materiais
- Todos os recursos da resistência dos materiais e do dimensionamento e verificação de estruturas

19

Como Corrigir ?

Inspeção e Diagnóstico:

- Origem
- Mecanismo
- Agentes causadores
- Prognóstico

Intervenção Corretiva:

- Materiais
- Equipamentos
- Mão de obra
- Procedimentos executivos
- Controles

Manutenção

20

MECANISMOS DE ENVELHECIMENTO E DETERIORAÇÃO

21

ABNT NBR 6118:2023

"mecanismos de deterioração e envelhecimento"

6.3.2 Concreto

- ✓ lixiviação;
- ✓ expansão → sulfatos
- ✓ expansão → AAR
- ✓ intemperismo → pirita/ferruginosos

6.3.3 Aço

- ✓ corrosão por carbonatação
- ✓ corrosão por cloretos

6.3.4 Estrutura

ações mecânicas, movimentações térmicas, impactos,
ações cíclicas, retração, fluência e relaxação

22

Concreto → *Lixiviação*



Cobertura do
Prédio da FAU-USP



Edifício da
Engenharia Civil
POLI.USP

acervo de Paulo Helene

23



acervo de Paulo Helene

24

Concreto → *Lixiviação*

Mecanismo

- carreamento de sais solúveis pela água, Ca(OH)_2

Manifestação, Sintoma, Vício

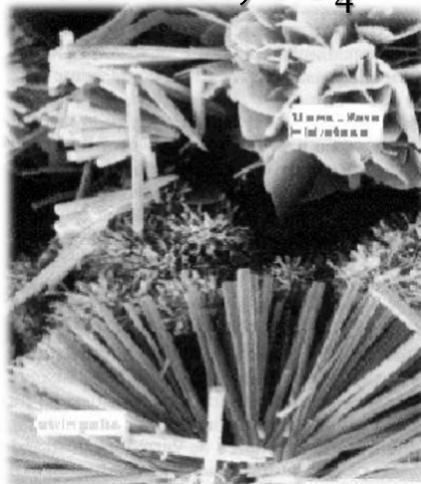
- Manchas esbranquiçadas na superfície CaCO_3
- Eflorescência, pode até formar estalactites
- Aumento da porosidade interna do concreto
- Redução do pH com risco de corrosão

25

Concreto → *Expansão*

Etringita

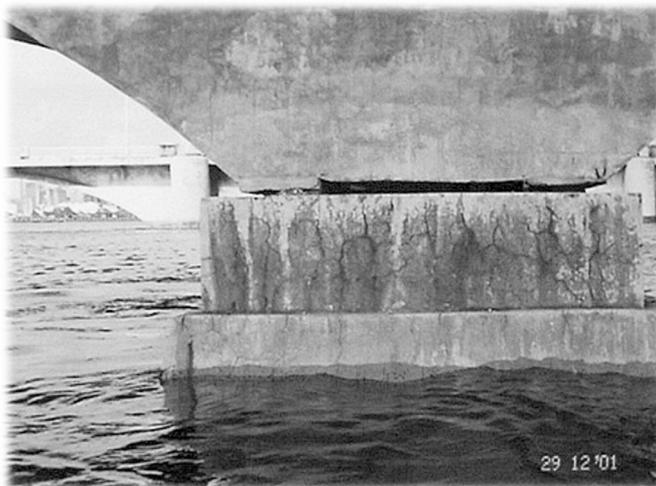
Sulfatos, SO_4^{-2}



acervo de Paulo Helene

26

Concreto → ***Expansão***
Reação Álcali-Agregado AAR



acervo de Paulo Helene

27

Aço → ***Corrosão de Armaduras***
Despassivação por carbonatação

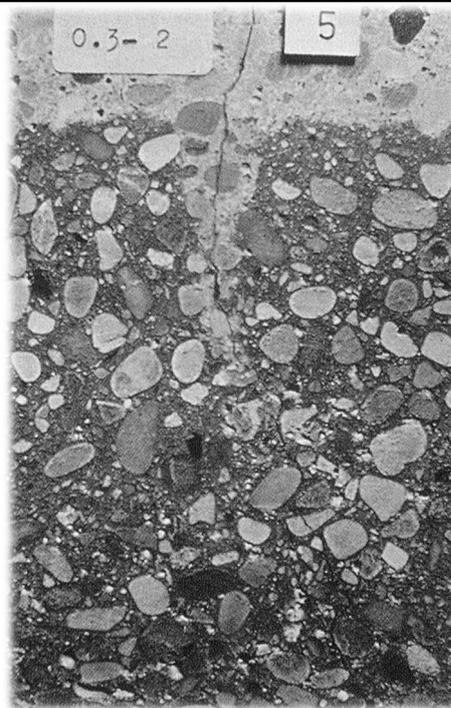
- Ca(OH)_2 --- $\text{pH} \geq 12$
(aço passivado)
- $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \Rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$



28

Fissuras e Carbonatação

29



30

**Aço → Corrosão
de Armaduras**

**Despassivação
por cloretos**



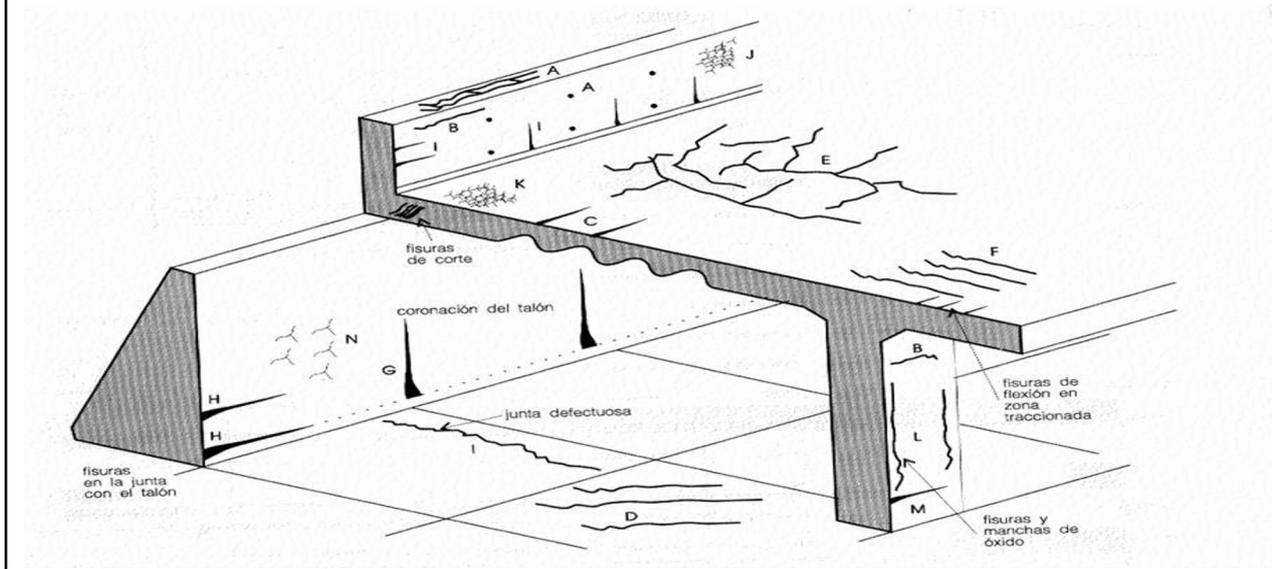
31



32

Estructura

fissuras: térmicas, retração, ações, construtivas



33

Sobrecarga



34

Ação do fogo



35

Partes a serem observadas

1. **Fundações**
2. **Pilares**
3. **Encontros**
4. **Tabuleiro**
5. **Aparelhos de apoio**
6. **Juntas de dilatação**
7. **dente Gerber**
8. **Drenagem**
9. **Complementos (buzinotes)**
10. **Pavimento**
11. **Guarda corpo**



51

Partes a serem observadas

Específico: inspeção extraordinária

Generalista: inspeção especial

1. Estacas
2. Blocos de fundação
3. Pilares (subsolos, térreo, externo)
4. Piso Térreo e cobertura
5. Vigas, Lajes
6. Juntas de dilatação
7. Drenagem



52

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
16747

Primeira edição
21.05.2020

Versão corrigida
15.07.2020

**Inspeção predial — Diretrizes, conceitos,
terminologia e procedimento**

Predial inspection — Guidelines, concepts, terminology and procedure



IDENTIFICAÇÃO PARA VISUALIZAÇÃO GRATUITA*

NBR16747 DE 05/2020
- Inspeção predial -
Diretrizes, conceitos,
terminologia e
procedimento

53

A ABNT NBR 16747 se aplica a edificações de qualquer tipologia, públicas ou privadas, e estabelece conceitos, diretrizes e procedimentos relativos à inspeção predial, uniformizando a metodologia a ser empregada nesta atividade, e definindo, inclusive, as suas etapas mínimas.

A inspeção predial, conforme definida nessa Norma, consiste em uma avaliação global da edificação, observando-se, por exemplo, o seu estado de conservação e a conformidade da sua manutenção com a ABNT NBR 5674.

Dependendo do porte e da complexidade da edificação, esta atividade poderá envolver uma equipe multidisciplinar de profissionais habilitados (arquitetos, engenheiros civis, eletricitas, mecânicos etc.).

54

COMAT|CBIC

ABNT SENAI Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial CBIC

NORMAS TÉCNICAS DA CONSTRUÇÃO Entrar

Portal CBIC de Normas Técnicas da Indústria da Construção

Fique por dentro das Normas Técnicas ABNT

[Cadastre-se](#)

Já possui cadastro? [Entre aqui](#)

55

Inspeção Especial ou Extraordinária pontes rodoviárias (média/ponte)

1m x 1m área de ensaio	10 áreas
potencial de corrosão	8 áreas
espessura de cobrimento	5/área
carbonatação	1/área
concentração de cloretos	2-3 áreas
concentração de sulfatos	2-3 áreas
consumo de cimento/ reconstituição	2 áreas
análise petrográfica	1 área

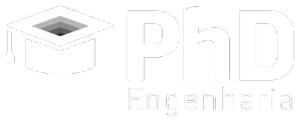
56







OBRIGADO!



"do Laboratório de Pesquisa ao Canteiro de Obras"

www.concretophd.com.br
www.phd.eng.br

11.2501.4822 / 23 11.9.5045.4940

62