



GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO

Avaliação de **Risco Estrutural**



Dione Henrique Duarte

Engenheiro Civil

- Especialista em Construção Civil e Estruturas pela Multivix Serra;
- Pós Graduando em Estruturas de Concreto pela Multivix Serra;
- Pós Graduando em Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto pelo Centro Universitário Adventista de São Paulo – UNASP
- Gerente de Operações da Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Espírito Santo.

Objetivos Gerais

Capacitar os participantes com informações mínimas para realização avaliações de riscos em estruturas civis.

Ao término do curso, os alunos serão capazes de:

- Compreender as funções dos elementos estruturais;
- Reconhecer algumas manifestações patológicas relacionadas a estruturas civis;
- Classificar o grau de risco estrutural, com base nas informações coletadas na inspeção visual;
- Compreender os conceitos descritos no relatório de vistoria de risco.

Conteúdo Programado

1. Fundamentação Legal
2. Imersão em desastres tecnológicos
3. Nivelamento
4. Tipos de avaliações de Riscos
5. Fissuração das Estruturas
6. Deterioração Física das Estruturas
7. Deterioração Química das Estruturas
8. Elaboração do Relatório de Vistoria
9. Estudos de Caso
10. Avaliação do aprendizado

Introdução

- O que entendemos quando o assunto é risco estrutural?
- Esse assunto realmente está relacionado à Defesa Civil?
- Estruturas Cíveis tem potencial para provocar desastres?
- É responsabilidade do Estado (Município, Estado, União) avaliar riscos estruturais?

Legislação

1. Lei Federal 12.608 de 2012 – Trata da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil

Art. 2º É dever da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre.

§ 1º As medidas previstas no caput poderão ser adotadas com a colaboração de entidades públicas ou privadas e da sociedade em geral.

§ 2º A incerteza quanto ao risco de desastre não constituirá óbice para a adoção das medidas preventivas e mitigadoras da situação de risco.

Art. 3º... Parágrafo único. A PNPDEC deve integrar-se às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais, tendo em vista a promoção do desenvolvimento sustentável.

Art. 8º Compete aos Municípios:

V - promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas;

...

VII - vistoriar edificações e áreas de risco e promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis;



Conceito

Desastre: evento adverso que causa grande impacto na sociedade. Podem ser diferenciados em função da origem:

- Naturais; e
- Tecnológicos

De acordo com a COBRADE – Classificação e Codificação Brasileira de Desastres, os desastres se subdividem em:

COBRADE

Naturais:

1. Geológicos;
2. Hidrológicos;
3. Meteorológicos;
4. Climatológicos; e
5. Biológicos.

Tecnológicos

1. Substâncias radioativas;
2. Produtos perigosos;
3. Incêndios urbanos;
- 4. Obras civis; e**
5. Transporte de passageiros e cargas não perigosas.



Obras Civis

Esse subtipo está subdividido em:

- 1. Colapso de edificações: Queda de estrutura civil
(COBRADE 2.4.1.0.0)**
2. Rompimento / Colapso de barragens (COBRADE 2.4.2.0.0)



**Imersão em
desastres
tecnológicos**

Histórico de desastres ligados às obras civis



- Edifício Andrea - Fortaleza / CE
- 15/10/2019
- <https://youtu.be/a8toSwl5awU>
- 09 mortes



Edifício Palace II – Rio de Janeiro / RJ
Desabamento parcial em 1998

- 22 andares
 - 172 apartamentos
 - 08 mortos
 - 130 famílias desabrigadas
-





Ciclovía Tim Maia – Rio de Janeiro/ES

21/04/2016

- 03 meses após a entrega da obra
- 02 Mortes

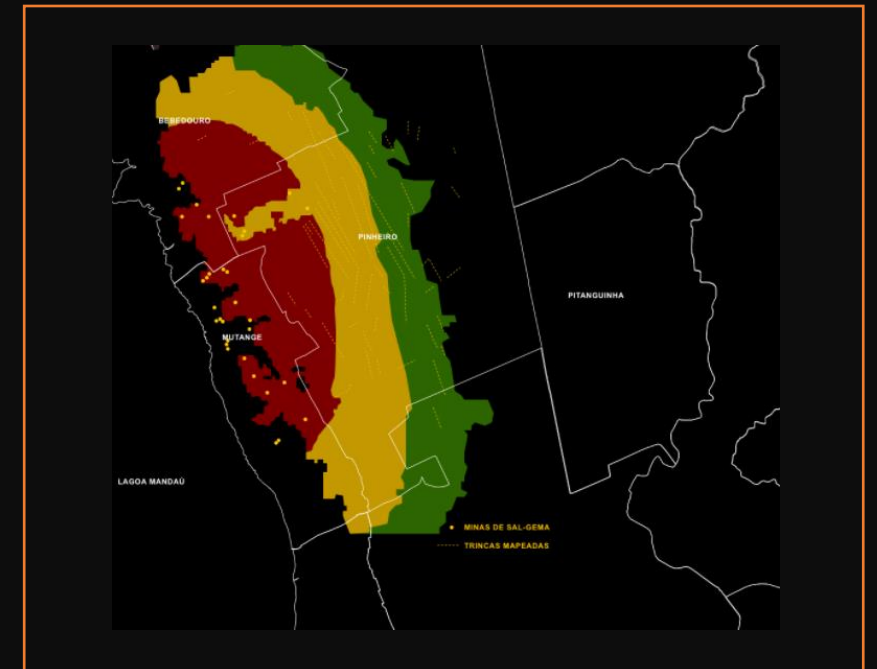
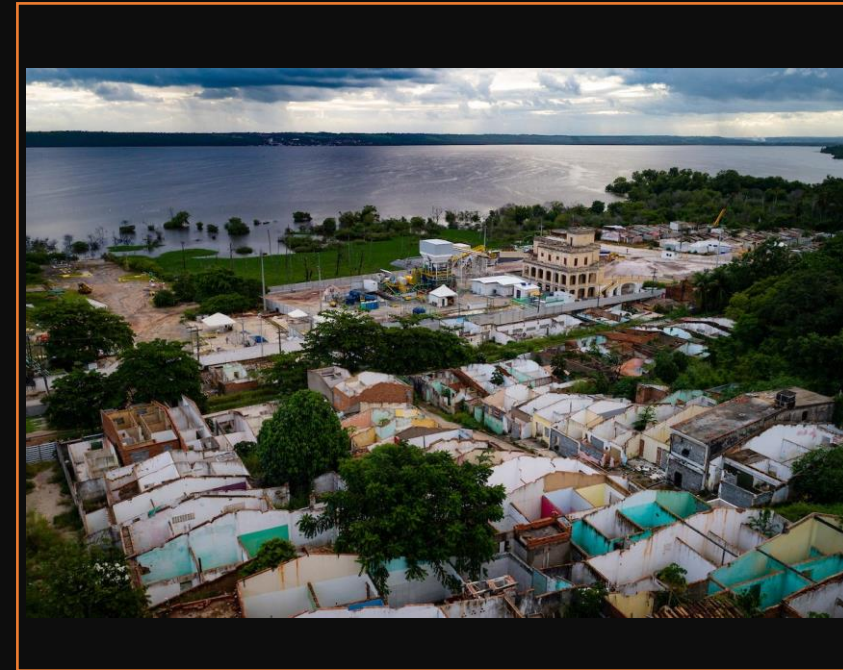


Gran Parc Residencial – Vitória/ES

- 01 morto
- 04 feridos
- Cerca de 160 famílias desalojadas
- <https://g1.globo.com/es/espírito-santo/video/imagens-de-drone-mostram-area-destruida-apos-desabamento-em-vitoria-5173922.ghtml>

Extração de Sal Gema – Maceió/AL

- 14.319 imóveis interditados / na área de remoção
- 1.893 imóveis pendentes de desocupação
- 20 propostas recusadas
- 558 propostas aguardando resposta
- 493 propostas em reanálise
- 57 mil pessoas removidas de suas casas
- Perdas culturais
- Danos ao meio ambiente



Cariacica – ES

30/03/2022



Imóvel de 02 pavimentos
desabou

01 morto

02 feridos

Ponte desaba em Gênova, na Itália, e deixa ao menos 11 mortos

De acordo com as primeiras informações da Defesa Civil local, um colapso estrutural provocou o desabamento da ponte.

Balanço de mortos em desabamento de edifício no Egito sobe para 25

Um comitê de engenharia foi formado para examinar a integridade estrutural dos edifícios vizinhos

Sobe para 9 número de mortes em desabamento de prédio na Flórida

Até ontem, autoridades locais contabilizavam cerca de 150 pessoas desaparecidas desde colapso do edifício

Número de mortos em desabamento na Flórida sobe para 86

Na segunda-feira (5), um dia após a demolição da parte permanente das Torres Champlain South, 28 pessoas estavam confirmadas como mortas

MPF obtém liminar para evitar colapso estrutural de prédio em condomínio em Macaé

Bloco 25 do Residencial Parque dos Cavaleiros II apresenta risco de desabamento

Rio deve pagar pensão a parentes de mortos em queda de prédio em 2012

Juíza considera que houve responsabilidade civil do município

Bebê e homem morrem após prédios desabarem em BH; bombeiros apontam 'colapso estrutural'

Prefeitura da capital mineira analisa se as construções eram regulares e uma perícia técnica vai determinar as causas do acidente; três pessoas que estavam soterradas foram resgatadas

27/08/2013 10h14 - Atualizado em 27/08/2013 14h49

Desabamento de loja em construção em SP deixa mortos e feridos

Prefeitura diz que obra já tinha sido multada e estava irregular. Bombeiros usaram cães farejadores para buscar sobreviventes.



Mas, como avaliar os riscos de uma estrutura?

Mesmo não sendo um profissional habilitado (Engenheiro Civil ou Arquiteto), é possível desenvolver a percepção crítica quanto a segurança de uma estrutura e, percebendo algum indicativo que possa comprometer a segurança da estrutura, solicitar auxílio de um profissional.

No Espírito Santo, a Defesa Civil Estadual conta com equipe técnica habilitada para auxiliar aos municípios capixabas que não disponham de corpo técnico para apoio nas ações de Defesa Civil.

Desenvolvendo a percepção de risco

Uma edificação é composta por uma série de elementos que, em conjunto, garantem que o local está devidamente preparado para atender as necessidades da utilização:

- Residencial;
- Comercial;
- Industrial;
- ...

Nivelamento

Elementos estruturais convencionais de edificações:

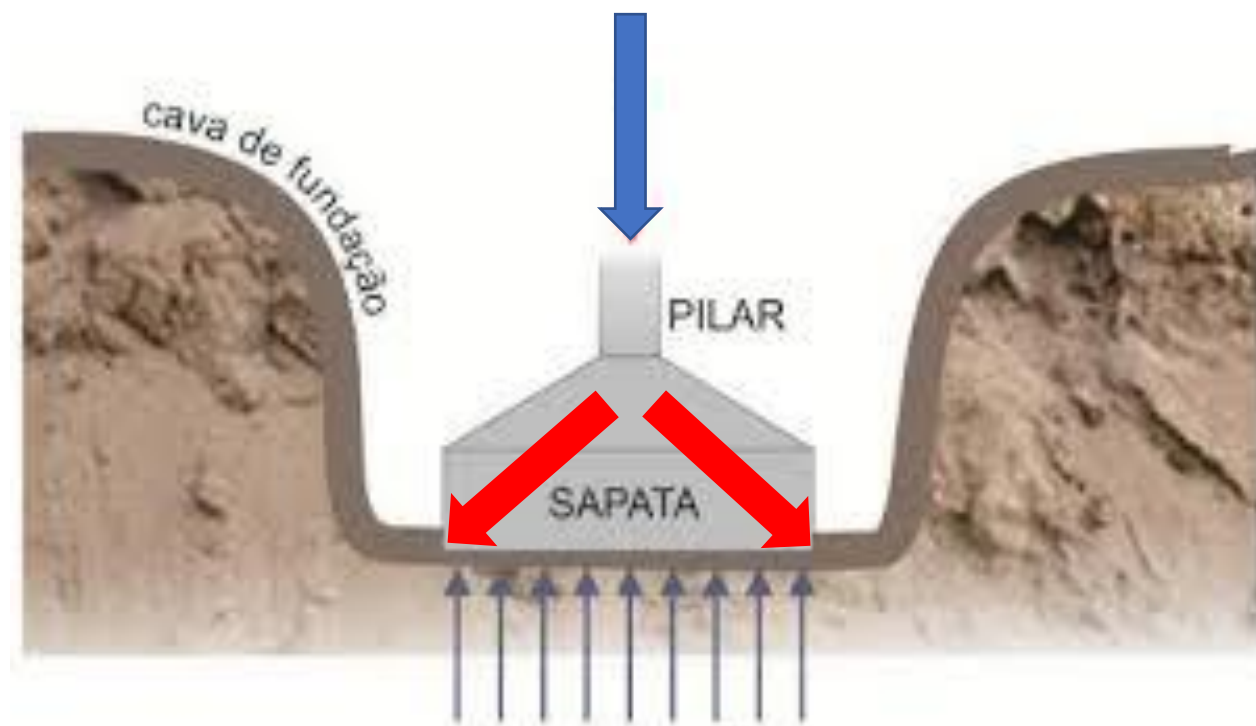
- Fundações;
- Pilares;
- Vigas;
- Lajes e Coberturas;
- Escadas;
- A alvenaria pode ser estrutural ou de convencional.

Fundações

- São os elementos responsáveis por transmitir as cargas da estrutura para o solo.

Podem ser:

- Sapatas isoladas
- Sapatas corridas;
- Radiers;
- Tubulões;
- Estacas;
- ...



Pilares

São elementos lineares verticais, responsáveis por transmitir a carga das vigas para as fundações.

Podem ser conhecidos, popularmente, como:

- Coluna;
- Pilastra;
- Poste;
- Esteio;
- Estaca.





Vigas

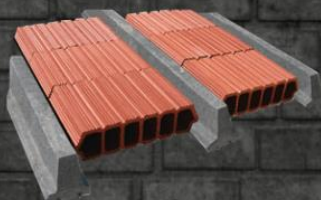
São elementos estruturais lineares horizontais.

Tem como função, receber e transmitir cargas aos apoios (pilares);

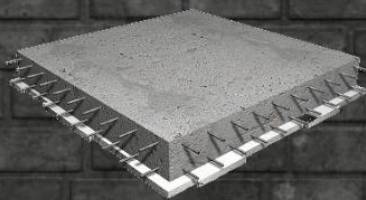
A viga pode estar em balanço, ou seja, apoiada em apenas uma de suas extremidades.

Também são conhecidas como cintas.

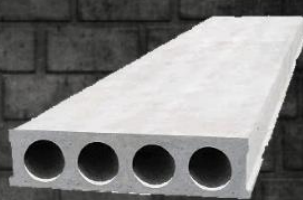
• Pré Moldada Lajota



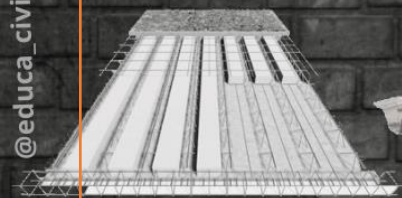
• Maciça



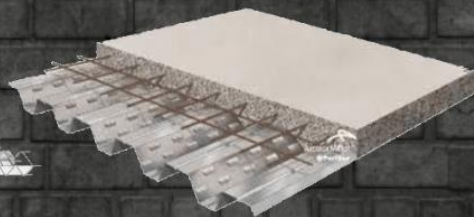
• Placa Alveolar



• Pré Moldada Painel



• Steel Deck



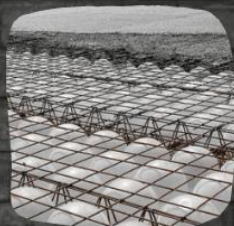
• Nervurada



• Pré Moldada EPS



• Bubble Deck

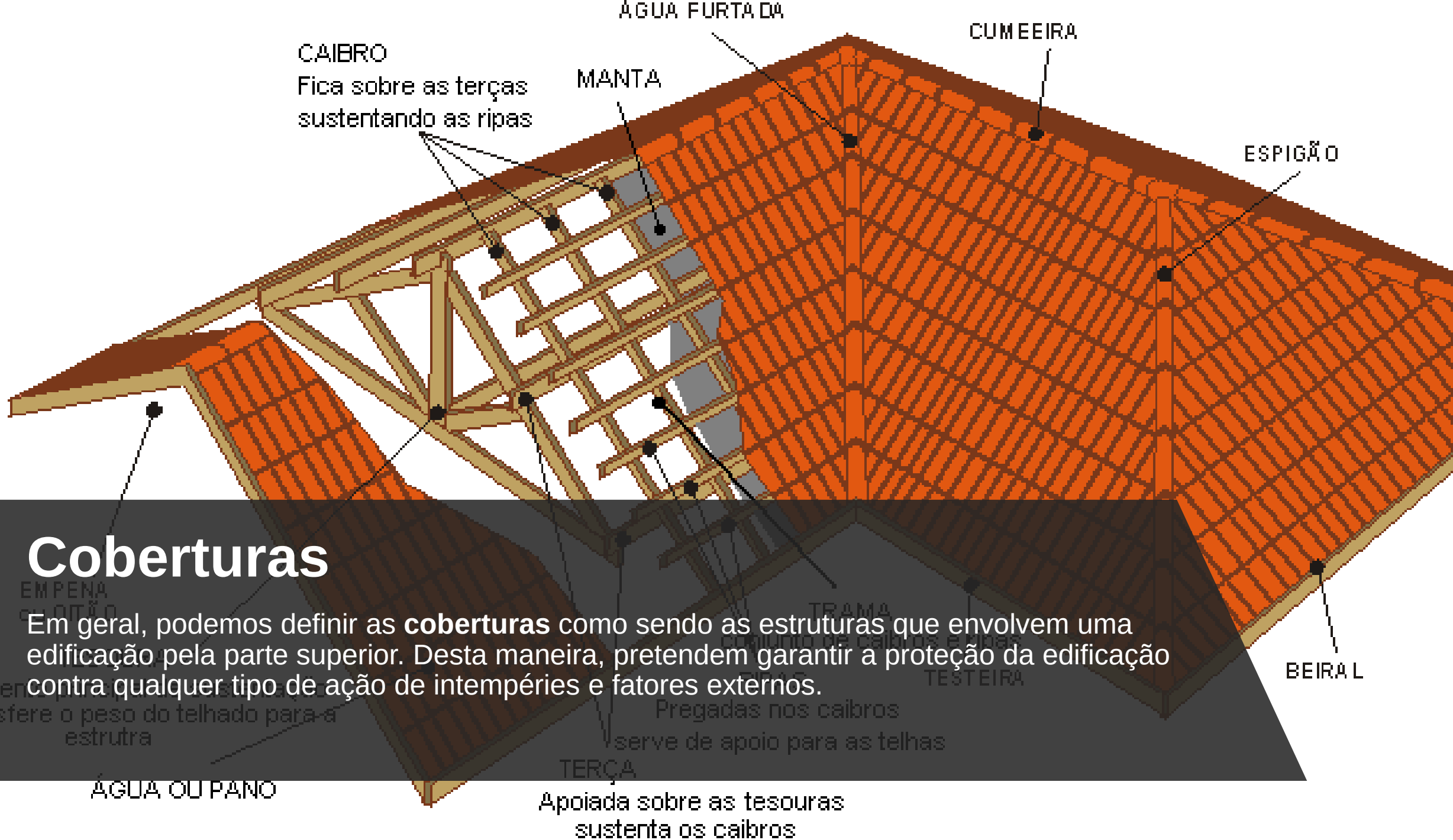


• Maciça Protendida



Lajes

São elementos estruturais de superfície, utilizadas para receber as cargas da utilização e transmiti-las para as vigas.



Coberturas

Em geral, podemos definir as **coberturas** como sendo as estruturas que envolvem uma edificação pela parte superior. Desta maneira, pretendem garantir a proteção da edificação contra qualquer tipo de ação de intempéries e fatores externos.



Escadas

As escadas são elementos estruturais que servem para unir, através de degraus sucessivos, os diferentes níveis de uma construção.

Alvenaria Estrutural

Tem como característica principal, a ausência de pilares e vigas. Todas as paredes construídas têm a capacidade de suportar o peso de instalações, como lajes e coberturas por si próprias.

Também funcionam como vedação.

É necessário planejamento antes da execução para evitar cortes nos blocos, de modo que tudo seja instalado simultaneamente (sistema elétrico e hidrossanitário).

Não permite alterações que fujam do padrão.



Alvenaria de Concencional

Sua principal função é promover a vedação entre ambiente a fachada. Todo o peso é absorvido pela estrutura de pilares e vigas.

- Permite alterações na compartimentação;
- Não tem nenhuma função estrutural.
- Maior volume de resíduos





O Concreto

É o produto da mistura de um material aglomerante + agregados + água.

O concreto tem boa capacidade resistir aos esforços de compressão, entretanto, quando falamos de esforços de tração, ele deixa a desejar.

Concreto Convencional



O **Concreto Armado** é o produto constituído através da junção de barras aço e do **concreto (convencional ou especial)**.

As ferragens têm como objetivo melhorar a capacidade do concreto em resistir aos esforços de tração e tornar a edificação mais resistente.



Os Concretos Especiais são aqueles que, por uma necessidade específica, possuem em sua composição produtos (aditivos), que conferem ao concreto características necessárias para a concepção do projeto.

Os aditivos são produtos que adicionamos ao concreto ou a argamassas para modificar suas propriedades físicas. Assim, seu manuseio e emprego são facilitados, oferecendo vantagens que naturalmente não são obtidas se tratados normalmente.

- Plastificantes ou redutores de Água;
- Incorporadores de Ar
- Superplastificantes
- Modificadores de Pega
- Modificadores de Viscosidade



E por que não falar do cimento?

É um aglomerante hidráulico, que em contato com água, produz reação exotérmica de cristalização de produtos hidratados, ganhando resistência mecânica.

É composto de clínquer: (principais compostos) *Silicato Tricálcico* $(CaO)_3SiO_2$, *Silicato Dicálcico* $(CaO)_2SiO_2$, *Aluminato Tricálcico* $(CaO)_3Al_2O_3$, *Ferroaluminato Tetracálcico* $(CaO)_4Al_2O_3Fe_2O_3$ – jazidas de calcário, de argila, minério de ferro; e adições: gesso, escória siderúrgica, argila pozzolânica, calcário.

Curiosidades: é uma das principais commodities mundiais, servindo como indicador econômico; Cerca de 7% das emissões de CO2 no planeta são decorrentes da produção de cimento.





Foto: Cimentos Itambé

E o aço?

É uma liga metálica formado essencialmente por ferro e carbono.

Na construção civil, é amplamente empregado pela sua leveza, flexibilidade e durabilidade.





Definições e Terminologias de Engenharia Diagnóstica

Patologia

Estudo que se ocupa da natureza e das modificações das condições físicas e/ou funcionais produzidas pelas anomalias construtivas e falhas de manutenção, através de auditorias, perícias e ensaios técnicos.



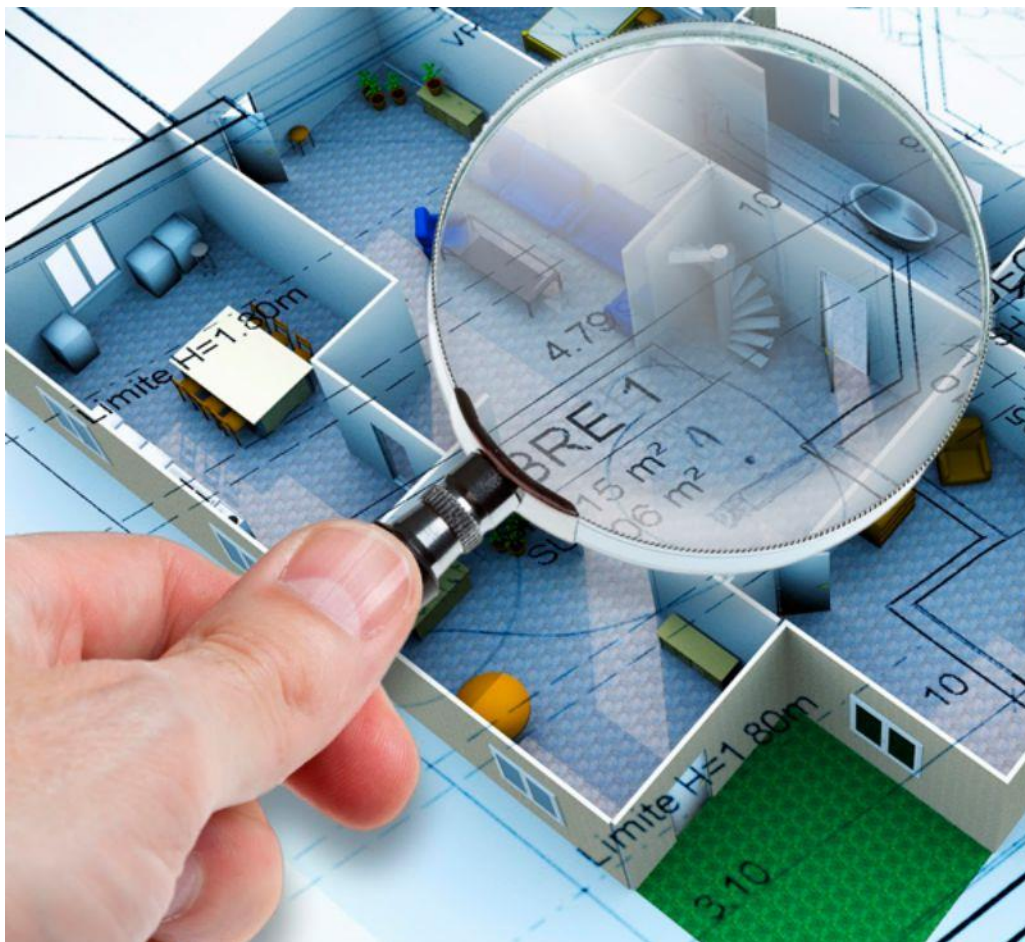
Figura 10 – Árvore diagnóstica.



Anamnese

Dados coletados sobre o início e evolução da anomalia construtiva ou falha de manutenção, desde a concepção de projeto até a data da vistoria ou inspeção.





Diagnóstico

Determinação e identificação das anomalias construtivas, falhas de manutenção e níveis de desempenho, mediante inspeções, auditorias, ensaios e perícias.

Prognóstico

Indicação de ocorrências vindouras nas anomalias construtivas e falhas de manutenção em consonância à correspondente prescrição da consultoria.



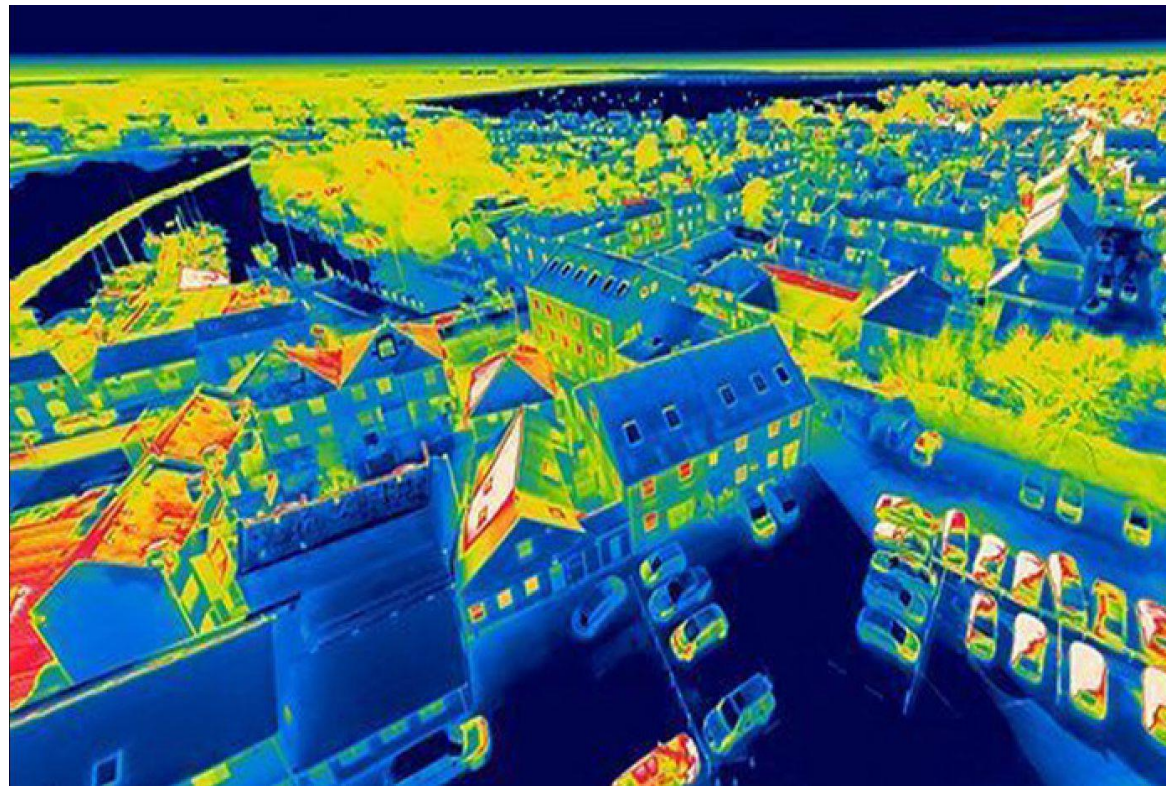


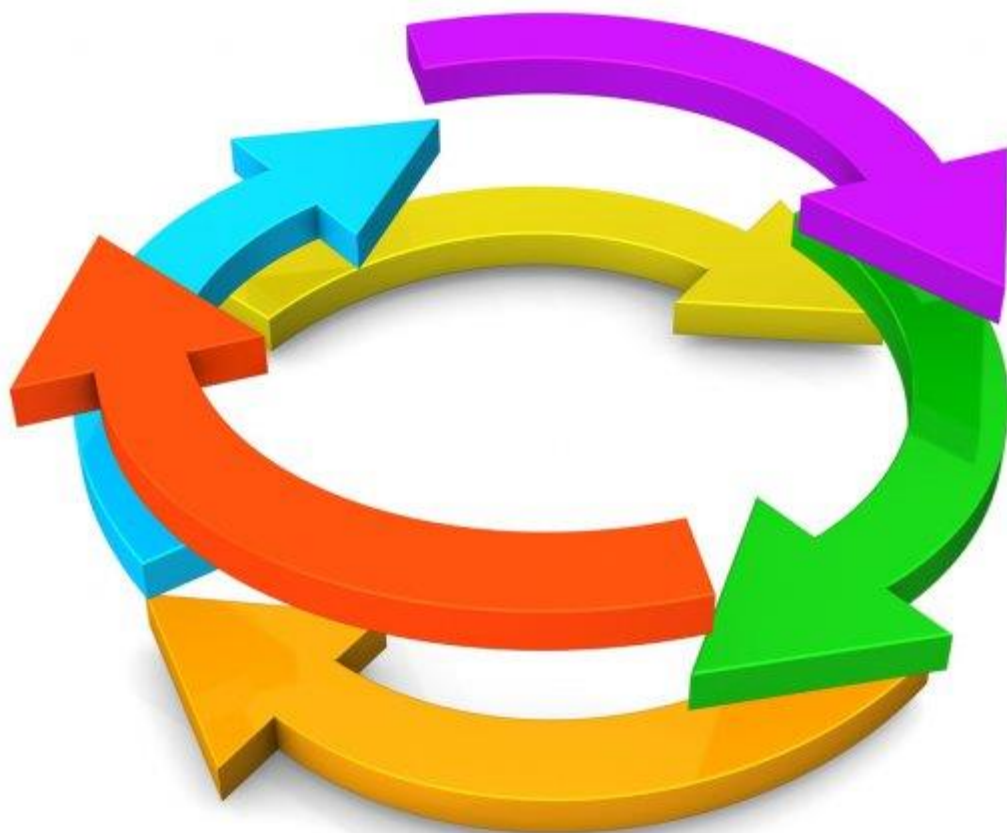
Prescrição Técnica

Indicação dos reparos das anomalias construtivas e falhas de manutenção da consultoria.

Sintomatologia

Constatações e análises dos sintomas e condições físicas das anomalias construtivas e falhas de manutenção.





Etiologia

Determinação dos efeitos, origens, causas, mecanismo de ação, agentes e fatores de agravamento das anomalias construtivas e falhas de manutenção.

Terapia

Estudo das reparações das anomalias e falhas.



defesacivil.es

www.defesacivil.es.gov.br

#DefesaCivilSomosTodosNos

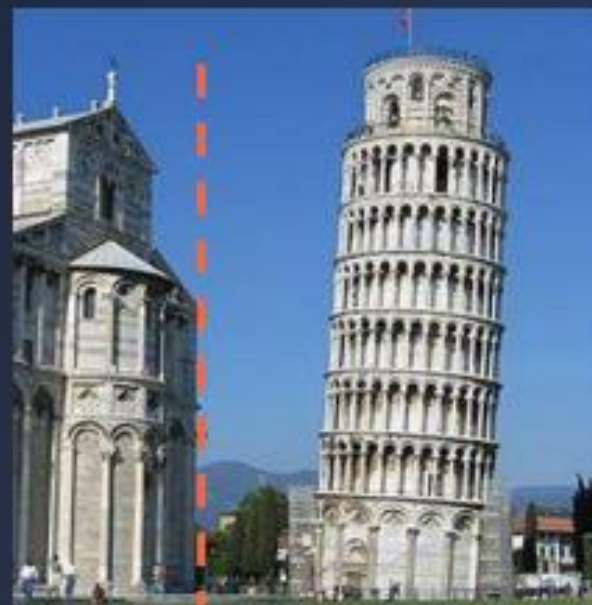
Ferramentas de Diagnóstico



1. Percepção



2. Intuição



3. Comparação



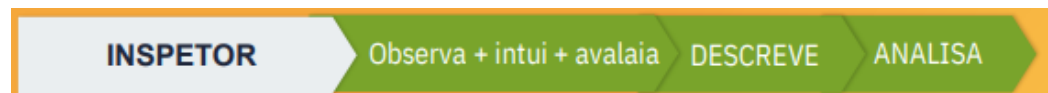
4. Dedução

Vistoria

É a constatação de um fato, mediante exame circunstanciado e descrição minuciosas dos elementos que o constituem, sem a indagação das causas que o motivaram.

O produto final da vistoria é o Relatório de Vistoria.





Inspeção

Vistoria da edificação para determinar suas condições técnicas, funcionais e de conservação, visando direcionar o plano de manutenção.

Define o grau de risco em:

- **Mínimo:** Risco de desvalorização precoce;
- **Regular:** Risco a funcionalidade;
- **Crítico:** Risco iminente contra a saúde e segurança.

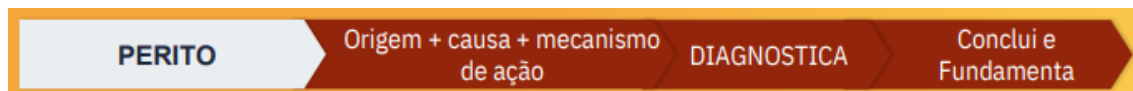
O produto final da inspeção é o Laudo Técnico.

Perícia

É a atividade que envolve a apuração das causas que motivaram determinado evento ou da asserção de direitos.

Indica nível de detalhamento e profundidade de análise.

O produto final da perícia é o Laudo Técnico.





Crêterios de Desempenho das Estruturas

ABNT NBR 15.575:2013

É a norma de desempenho das edificações residenciais.

A concepção de um projeto precisa atender aos seguintes critérios:

- **Segurança;**
- Habitabilidade;
- Sustentabilidade.



Segurança

- **Estrutural;**
- Contra o fogo;
- No uso e na operação;



Habitabilidade

- Estanqueidade
- Desempenho térmico
- Desempenho acústico
- Desempenho lumínico
- Saúde, higiene e qualidade do ar
- Funcionalidade e acessibilidade
- Conforto tátil e antropodinâmico



Sustentabilidade

- Durabilidade
- Manutenibilidade
- Impacto ambiental



A avaliação de risco estrutural da Defesa Civil

O principal objetivo da avaliação está relacionado com a segurança da ocupação, mais precisamente na Segurança Estrutural.

Entretanto, para avaliar a segurança estrutural, é necessário a verificação de outros aspectos na estrutura:

- Estanqueidade;
- Impacto Ambiental;
- Saúde, higiene...

...



Fissuração das Estruturas



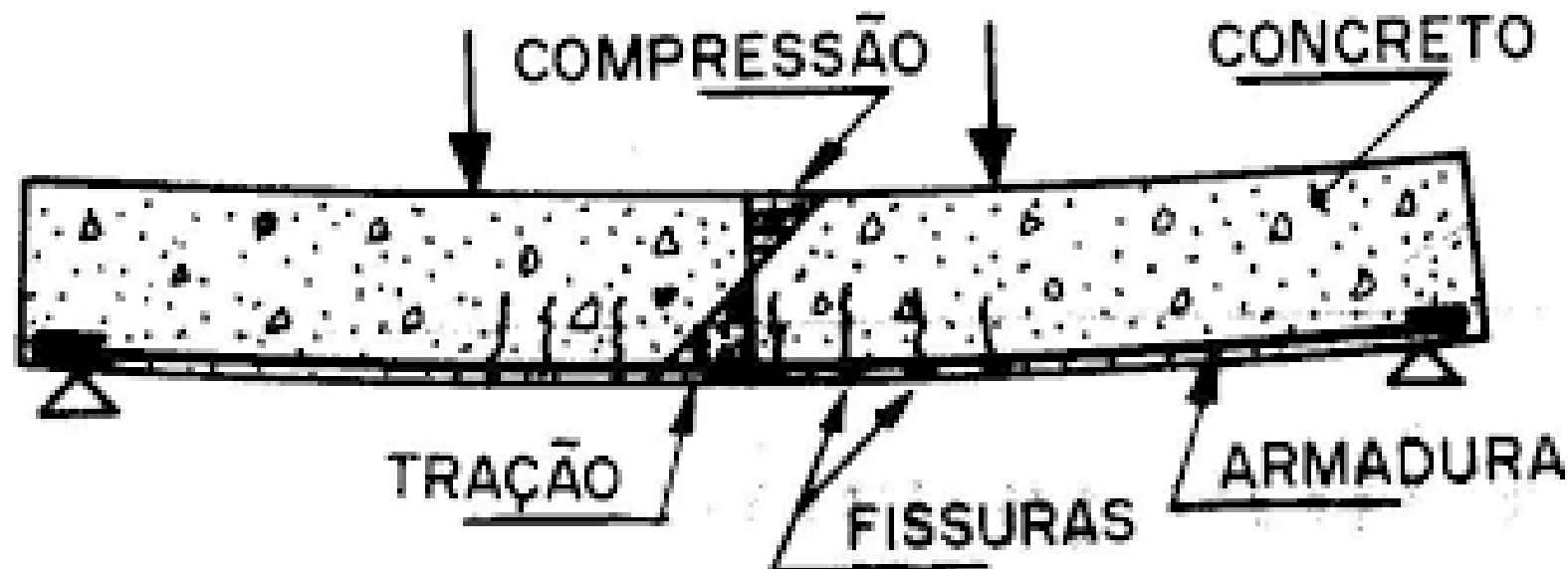
“Fissuras são problemas que acontecem nas minhas obras, trincas nas obras de engenheiros amigos meus, e rachaduras nas obras dos engenheiros que não são meus amigos.”

Falcão Bauer



Fissuras

São aquelas com aberturas desde capilares até a ordem de 0,5 mm.



Trincas

São aberturas da ordem de até 3 mm.



Rachaduras

Superam a marca dos 3mm.



As trincas contribuem para quatro aspectos fundamentais

- Aviso eventual de estado perigoso para o elemento estrutural e/ou estrutura;
- Comprometimento do desempenho da obra em serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústico);
- Constrangimento psicológico que a fissuração do edifício do edifício exerce sobre seus usuários;
- Desvalorização da edificação.



O processo de fissuração indicativo que necessitam atenção

- Movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade;
- Atuação de sobrecargas ou concentração de tensões;
- Deformação excessiva das estruturas;
- Recalques diferenciais das fundações;
- Retração de produtos a base de ligantes hidráulicos;
- Alteração química dos materiais de construção.



Eng Dione / Eng Carlos Henrique