

Patologia e reabilitação de estruturas de madeira

Inspecção a linguagem das anomalias

Helena Cruz, LNEC

Laboratório Nacional de Engenharia Civil



Degradação biológica

causa mais frequente de deterioração das estruturas de madeira

- **fungos**
 - cromogéneos
 - de podridão
- **insectos**
 - térmitas
 - carunchos
- **xilófagos marinhos**

Laboratório Nacional de Engenharia Civil



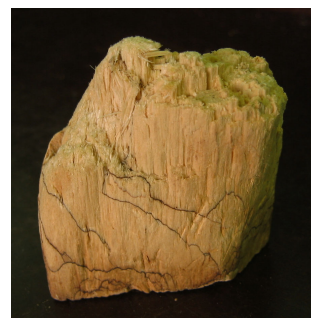
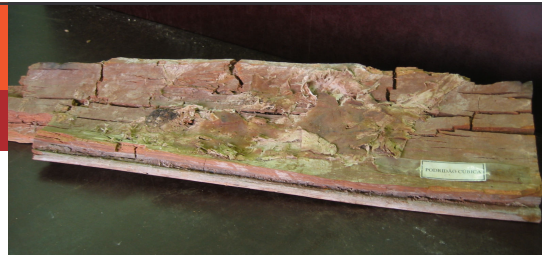
Fungos de podridão

- Atacam madeira com teor em água superior a 20%, mas não saturada
- borne de todas as espécies = não durável (5)
- cerne - classe de durabilidade:
 - 1 - muito durável
 - 2 - durável
 - 3 - moderadamente durável
 - 4 - pouco durável
 - 5 - não durável

Laboratório Nacional de Engenharia Civil



Fungos de podridão



Laboratório Nacional de Engenharia Civil



Térmitas

Térmita subterrânea *Reticulitermes lucifugos*

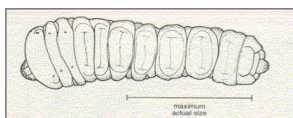
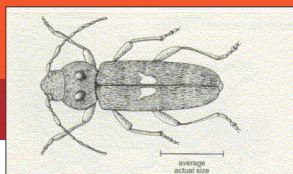
- tem origem em colónias no solo (reprodutores, obreiras e soldados)
- ataca madeira com teor em água > 20%, mas não saturada, especialmente em pisos térreos, junto ao solo



Laboratório Nacional de Engenharia Civil



Carunchos



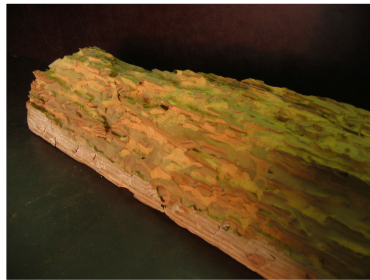
- **Hylotrupes bajulus (caruncho grande) (10-30mm)**
 - normalmente só ataca o borne de Resinosas
- **Anobium (2-4mm)**
 - normalmente só ataca o borne de Folhosas e Resinosas
- **Lyctus (4-5mm)**
 - só ataca o borne de algumas Folhosas

cerne = D (durável); borne = D /ou S (susceptível)
madeira aplicada em exteriores e interiores

Laboratório Nacional de Engenharia Civil



Carunchos



Laboratório Nacional de Engenharia Civil



Durabilidade e impregnabilidade da madeira

Eventual susceptibilidade de uma madeira ao ataque por agentes biológicos depende da espécie de madeira em causa (durabilidade natural)

ver

NP EN 350-2: Durabilidade de madeira e de produtos derivados.

Guia da durabilidade natural da madeira e da impregnabilidade de espécies seleccionadas pela sua importância na Europa

Laboratório Nacional de Engenharia Civil



NP EN350-2

Nome científico	Nome comum	Origem	Massa volúmica	Durabilidade natural				Impregnabilidade		Largura do borne
				Fungos	Hylotrupes	Anobium	Térmitas	Cerne	Borne	
Pinus pinaster	Pinho bravo	S e SW Europa	530-550 <u>540</u>	3-4	S	S	S	3-4	1	g
Pinus sylvestris	Casquinha	Europa	500-540 <u>520</u>	3-4	S	S	S	3-4	1	p-m
Picea abies	Espruce europeu	Europa	440-470 <u>460</u>	4	SH	SH	S	3-4	3v	x
Castanea sativa	Castanho	Europa	540-650 <u>590</u>	2	-	S	M	4	2	p
Quercus robur	Carvalho comum	Europa	670-760 <u>710</u>	2	-	S	M	4	1	p
Quercus rubra	Carvalho americano	América do N	650-790 <u>700</u>	4	-	n/d	S	2-3	1	p

Carunchos [*cerne geralm. não-susceptível*. S: susceptível (só borne); SH: susceptível (borne e cerne)]

Térmitas [M: cerne medianamente durável; S: cerne susceptível; *borne é sempre susceptível*]

Fungos [1: muito durável; 5: não-durável; *borne é sempre não-durável (5)*]

Impregnabilidade [1: facilmente impregnável; 4: não-impregnável]



Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Classes de risco de aplicação de madeira maciça

O desenvolvimento de cada um desses agentes implica a existência de condições favoráveis

**ver EN335-2: Durabilidade da madeira e de produtos derivados.
Definição das classes de risco de ataque biológico**



Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Classes de risco de aplicação de madeira maciça (EN 335-2)

Classes de risco	Situações gerais de serviço	Exposição à humidade	Teor de água da madeira	Principais ag. biológicos
1	sem contacto com o solo, sob coberto (pavimentos)	nenhuma	20% no máximo	carunchos
2	sem contacto com o solo, sob coberto mas com risco de humidificação (estruturas de cobertura)	ocasional	ocasionalmente >20%	carunchos térmitas pod. castanha
3	sem contacto com o solo, não coberto (caixilharia)	frequente	frequentemente >20%	carunchos térmitas pod. castanha podridão branca
4	em contacto com o solo ou água doce (fundações)	permanente	Permanentement e >20%	carunchos térmitas pod. castanha pod. branca pod. mole
5	na água salgada (pontões)	permanente	Permanentement e >20%	CR 4 + xilóf. marinhos

Laboratório Nacional de Engenharia Civil



Patologia e reabilitação de estruturas de madeira.

Inspecção de edifícios correntes

Laboratório Nacional de Engenharia Civil



Objectivos de uma intervenção de reabilitação

- ✓ Identificar a origem de eventuais anomalias
 - ✓ Quantificar (estimar) a resistência e rigidez dos elementos de madeira
 - ✓ Interpretar o funcionamento da estrutura
- ⇒
- ✓ Detectar pontos da estrutura que requeiram reforço ou substituição
 - ✓ Recomendar medidas que impeçam a recorrência dos problemas



1ª fase: Inspeção preliminar - Qualitativa

Permite:

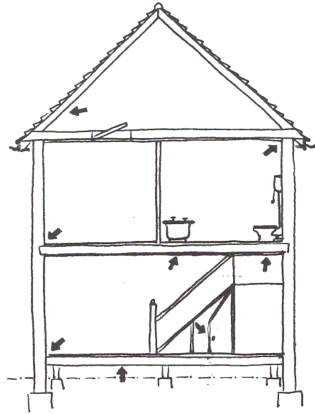
Ter ideia geral do problema
Estabelecer plano de inspeção detalhada

Mediante:

- inventário de anomalias evidentes (deformações, roturas, manchas, etc.)
- condições de aplicação / possíveis riscos
- distinção sumária da madeira empregue (Folhosas / Resinosas)



Mesmo na ausência de sinais evidentes de entrada de água (chuva /do solo)
verificar potenciais fontes de humedificação (padrões de variação do teor de água.)



Interior - Pontos críticos:

junto às fachadas
remates da cobertura
zonas de lavagens
com condensações
pouco ventiladas

Laboratório Nacional de Engenharia Civil



2ª fase: Inspeção detalhada - Quantitativa

- Deve ser tanto quanto possível global
- Acesso visual aos elementos de madeira (promover o acesso directo, se necessário)
- Informação sobre a idade e a história do edifício (construção, ocupação, alterações, manutenção, reparações, tratamentos)
- Ter em conta aspectos particulares de interesse histórico ou ambientais



2ª fase: Inspeção detalhada - Quantitativa

Mediante:

- identificação dos agentes de degradação
- avaliação da degradação ocorrida
- identificação da espécie e qualidade da madeira

Permite:

- estimar a resistência da estrutura
- estabelecer medidas correctivas adequadas (tratamento / reforço)

Laboratório Nacional de Engenharia Civil



Sinais de alerta

- ✓ canais de terra
- ✓ serrim
- ✓ cheiro a “mofo”
- ✓ manchas na madeira ou revestimentos

- ✓ deformação excessiva de tectos ou pavimentos
(pode ter diversas origens:)
 - ▼ ■ história de carga severa anterior ou esforços inadequados (alterações)
humidade elevada amplia os fenómenos de fluência da madeira
 - empenos devidos a secagem em obra
 - perda de secção por ataque por caruncho
 - rotação dos apoios por podridão ou térmitas
 - arrancamento do tecto (degradação superficial de vigas ou fasquiado)

Laboratório Nacional de Engenharia Civil



Necessário identificar

- espécie de madeira ⇒ durabilidade natural
- ⇒ tratabilidade

- + qualidade da madeira (defeitos) + teor em água ⇒ resistência mecânica da madeira

- agentes de degradação ⇒ meios de erradicação (humidade é determinante?)
(tipo de tratamento)
- ⇒ propagação a outras madeiras ?
- ⇒ avaliação da secção residual ?
- ⇒ reforço possível ? ou substituição

- (resistência da madeira + secção residual) ⇒ resistência do elemento

Laboratório Nacional de Engenharia Civil



Suster a degradação - Tratamento curativo e preventivo

Impedir a progressão da degradação e a recorrência dos problemas

- secagem da madeira (destapar, remover pinturas, ventilar)
- limpeza (remoção e queima no exterior da madeira a substituir; limpeza de micélio de fungos de podridão / da camada pulverulenta de madeira atacada por carunchos / de canais de terra de térmitas)
- tratamento preservador curativo insecticida/fungicida da madeira que permanece no local (tratamento superficial = aplicado por pincelagem, eventualmente complementado com injeção)
- tratamento preservador preventivo da madeira nova a introduzir (que deverá ser em profundidade, ou seja aplicado em autoclave, no caso de risco de fungos ou térmitas; podem adoptar-se tratamentos superficiais no caso de madeira aplicada seca em interiores, sujeita apenas ao risco de ataque por carunchos)

Laboratório Nacional de Engenharia Civil



■ Problemas estruturais ?

- rotura de elementos
- deformações excessivas
- rotação dos apoios
- escorregamento nas ligações
- rotura dos ligadores

■ Reposição das condições originais ou alteração do uso ?

■ Necessário reforço estrutural ?

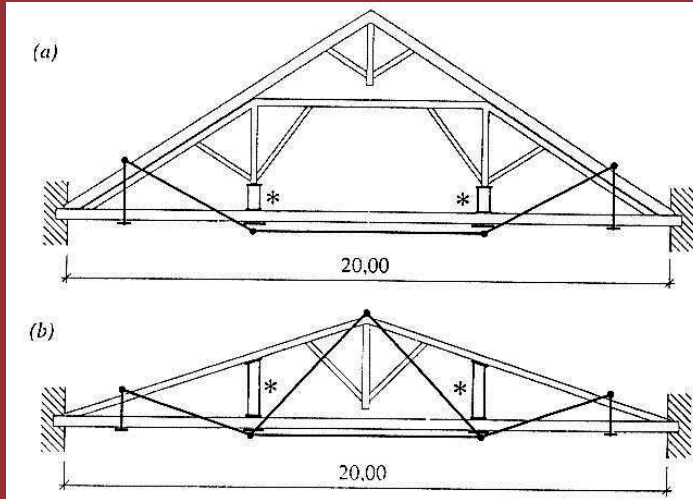


Laboratório Nacional de Engenharia Civil



REFORÇO ESTRUTURAL - ALGUNS EXEMPLOS

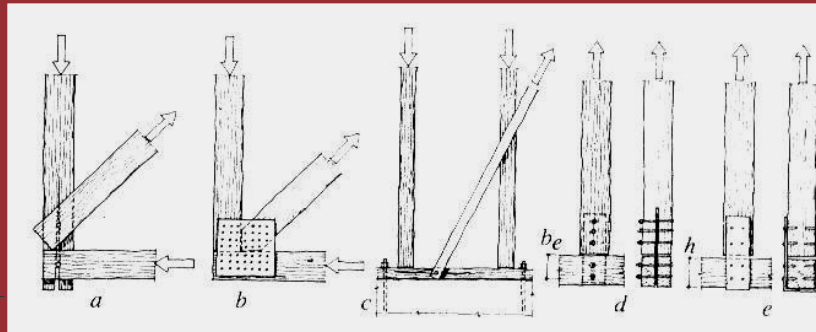
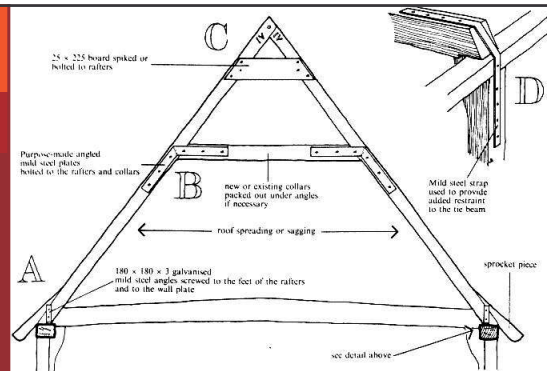
Aplicação de tirantes



Laboratório Nacional de Engenharia Civil

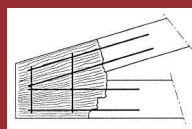
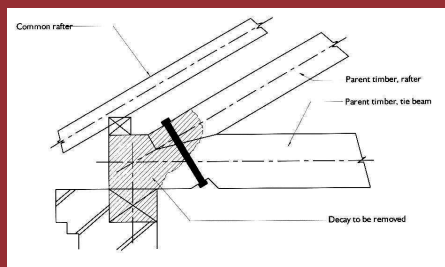
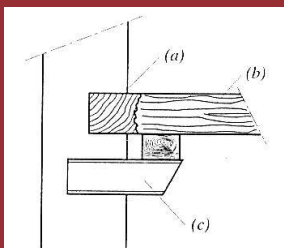


REFORÇO ESTRUTURAL Consolidação de ligações (por pregagem)



**Reparação do apoio
colas/pastas epoxídicas
e varões aço / FRP**

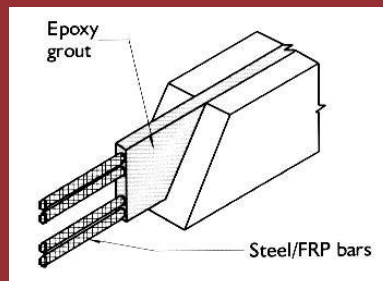
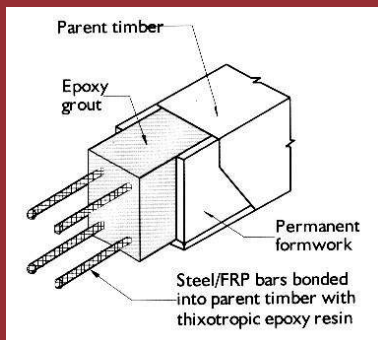
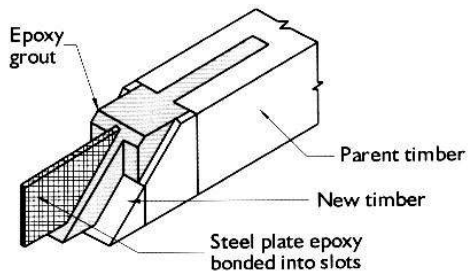
**Reparação do apoio
chapas metálicas**



Laboratório Nacional de Engenharia Civil



**Reparação do apoio
colas/pastas epoxídicas
e varões aço / FRP**



Laboratório Nacional de Engenharia Civil

