

Avaliação de estruturas de madeira lamelada colada

Helena Cruz e João Custódio
Laboratório Nacional de Engenharia Civil

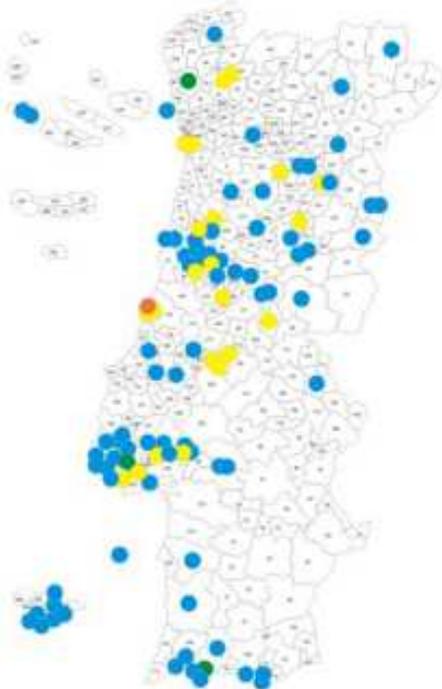
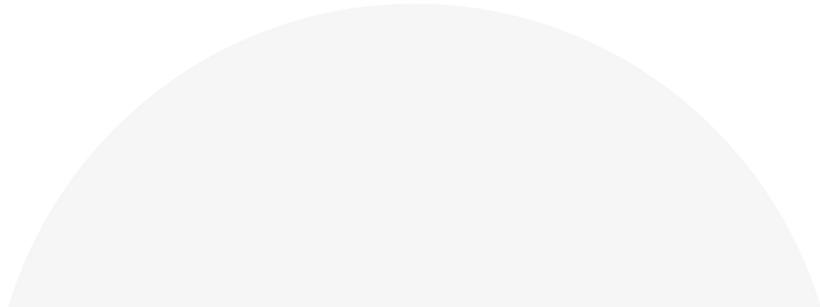
Estruturas de madeira modernas



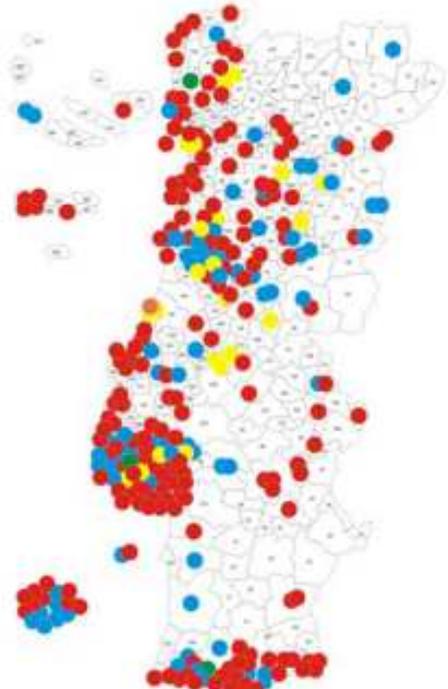
(b) Até 1998



(c) Até 2002



(d) Até 2006



(e) Até 2010

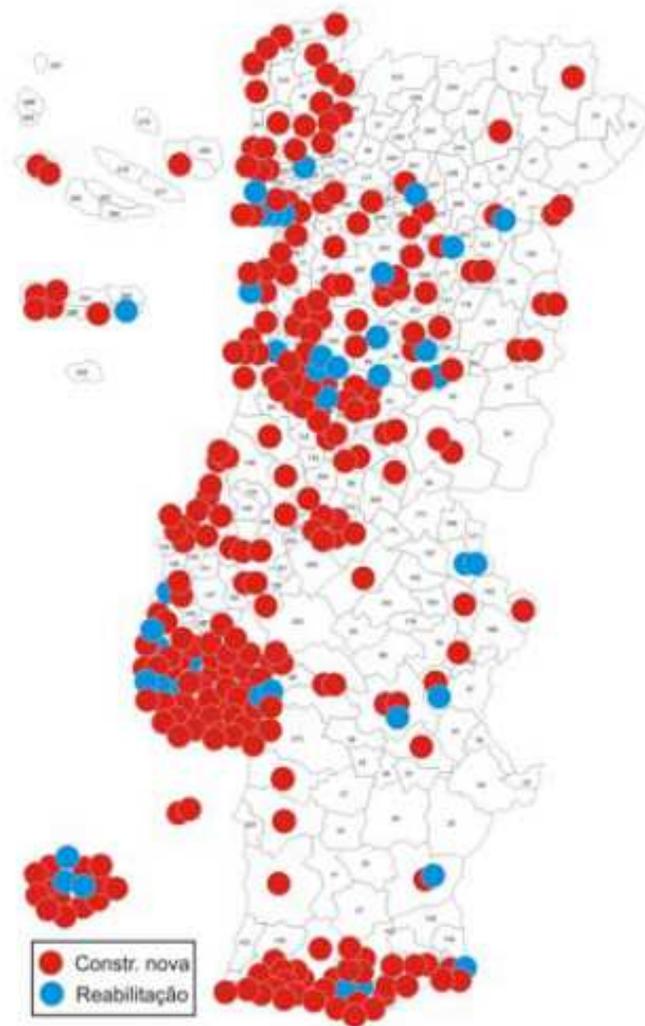


Figura 4 – Construção nova/reabilitação

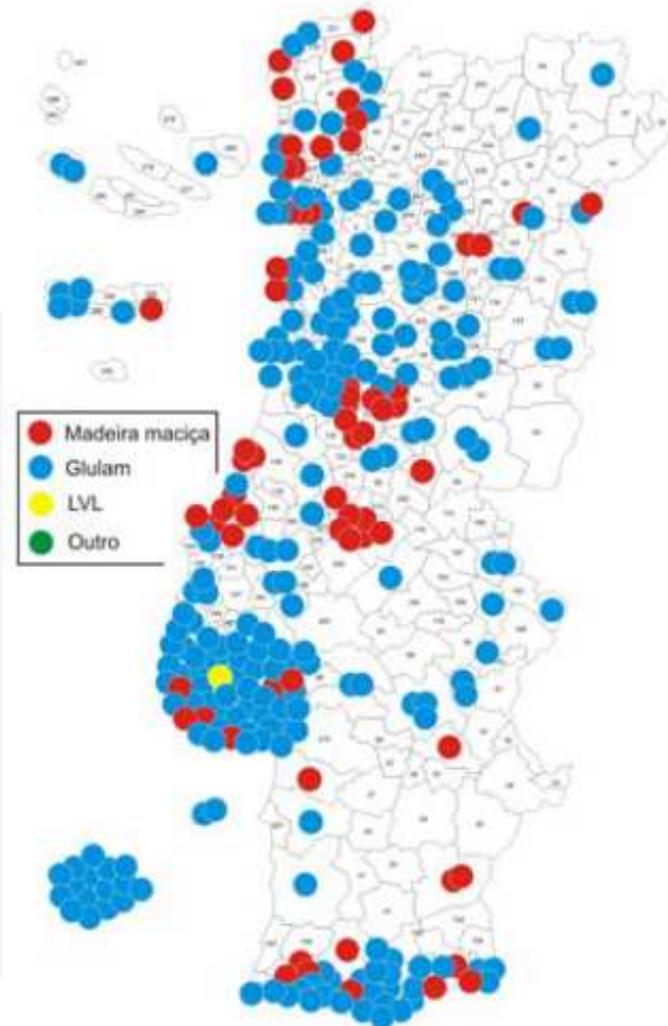
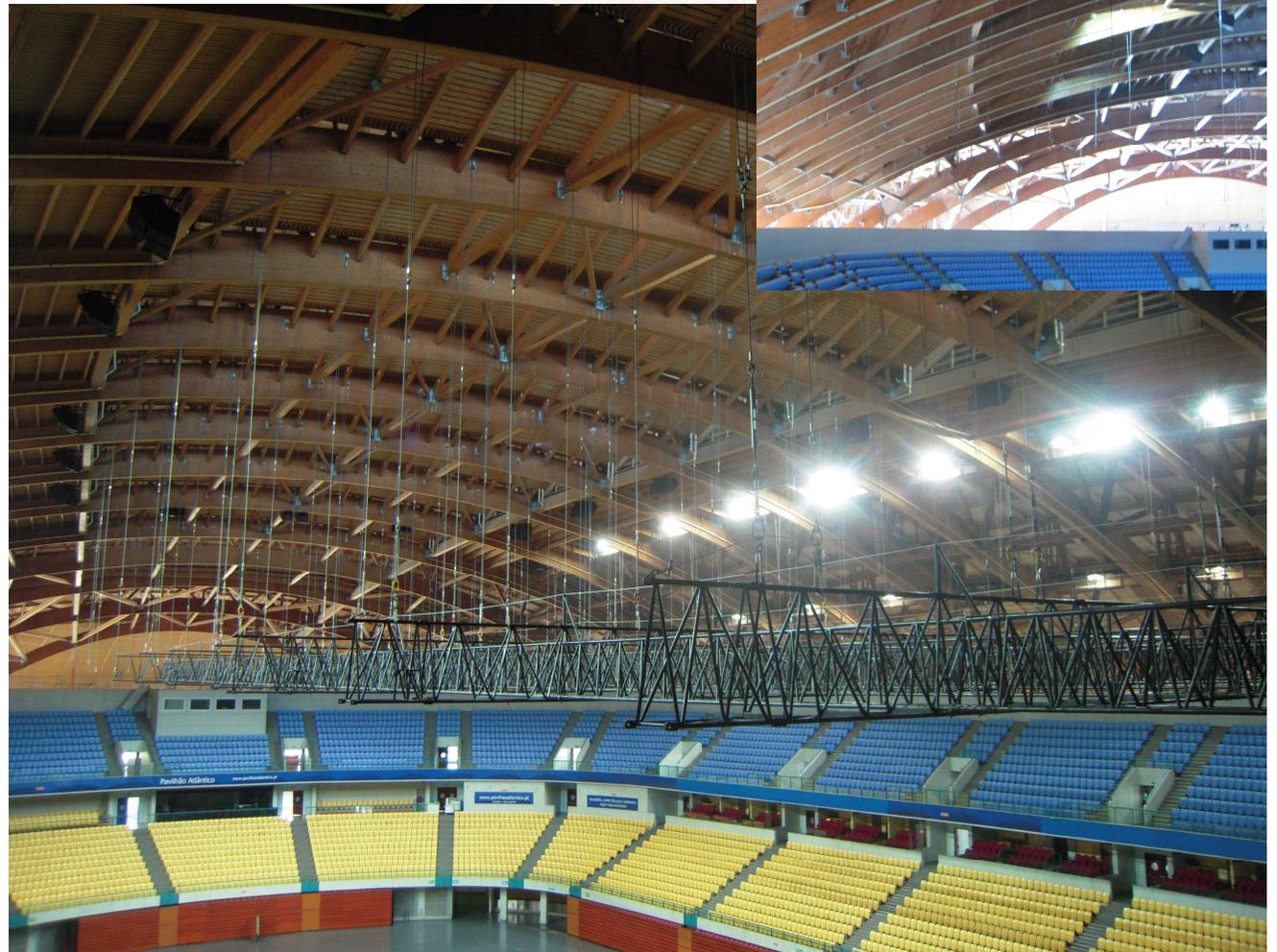
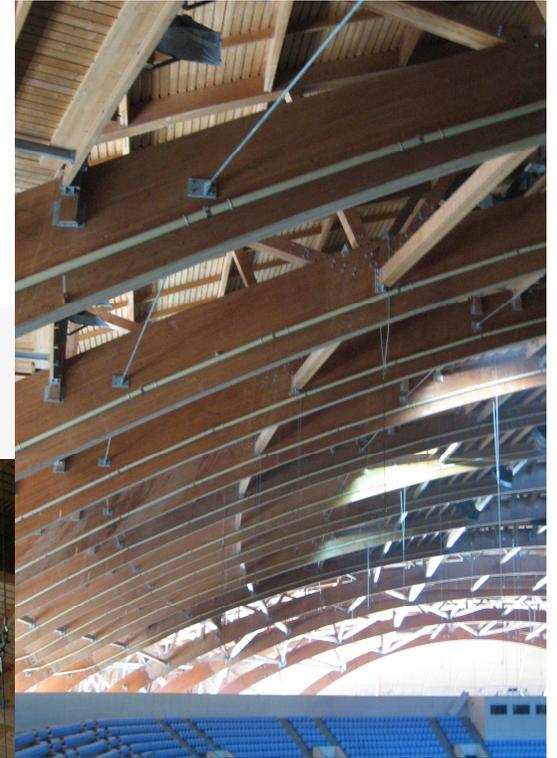


Figura 6 – Material

Negrão, J.H. *Estruturas de madeira em Portugal – Presente e passado.*

CIMAD 11 – 1º Congresso Ibero-LatinoAmericano da Madeira na Construção, Junho 2011, Coimbra, PORTUGAL

Pavilhão Atlântico





LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

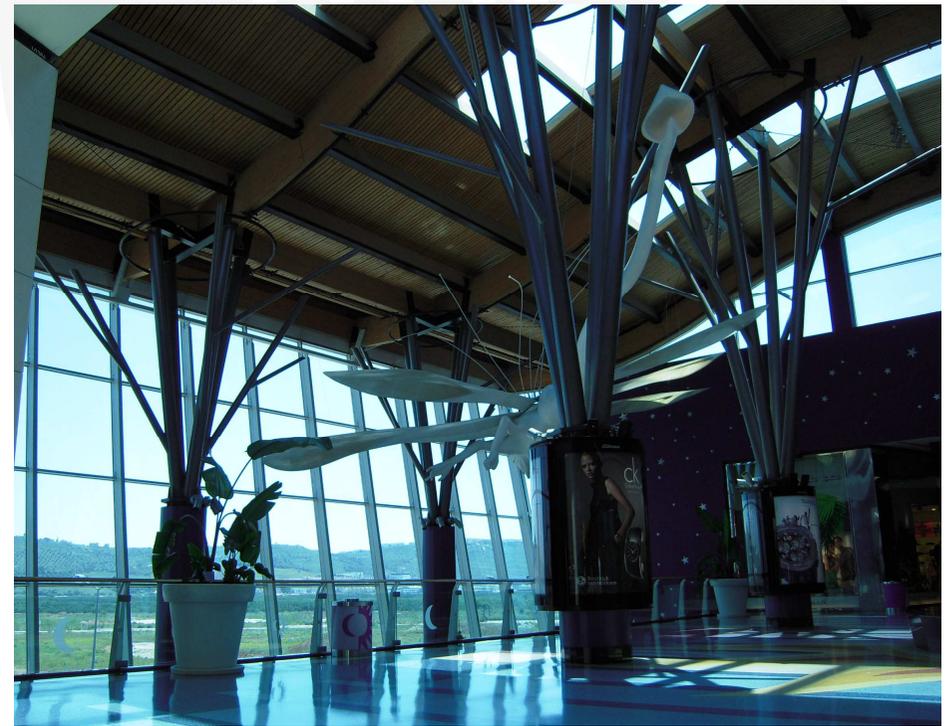
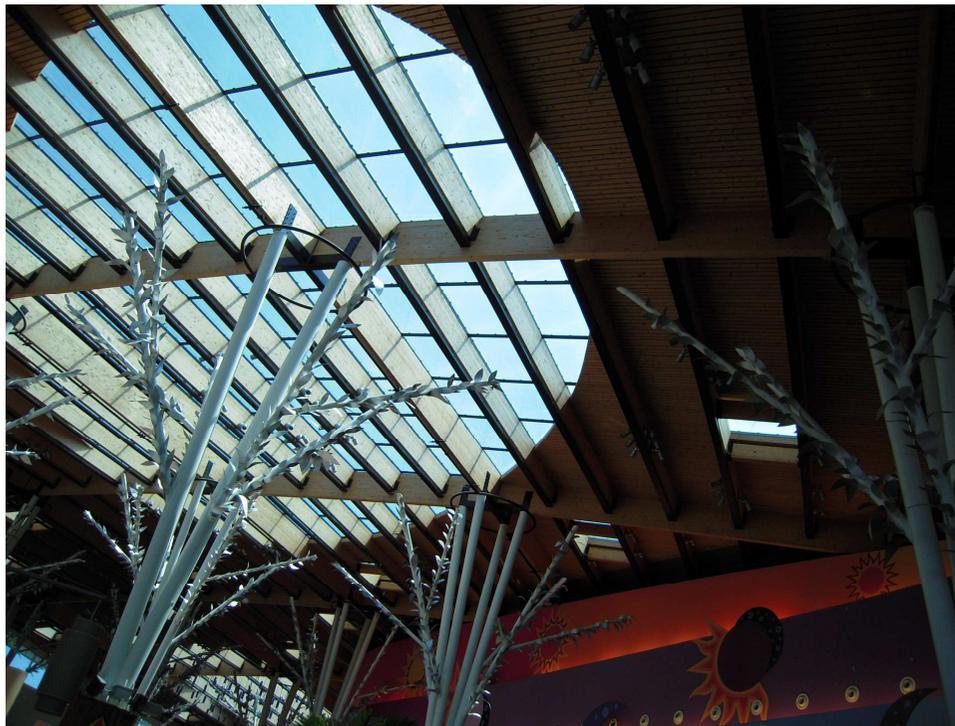
Campo Maior





LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Loures Shopping





LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Piscina Aguiar da Beira



Palácio do Gelo - Viseu



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Palácio do Gelo - Viseu





Almada Forum





Trabalho desenvolvido

- ✓ • Fabrico de madeira lamelada colada com pinho bravo
- ✓ • Colagem de madeira de pinho tratada em profundidade (utilizações no exterior)
- ✓ • Efeitos do envelhecimento natural e artificial sobre a colagem
- ✓ • Métodos de avaliação das juntas coladas e delaminação
- ✓ • Condições de serviço
- ✓ • Influência da delaminação sobre o comportamento de elementos retos



Fabrico com pinho bravo – tratado e não tratado

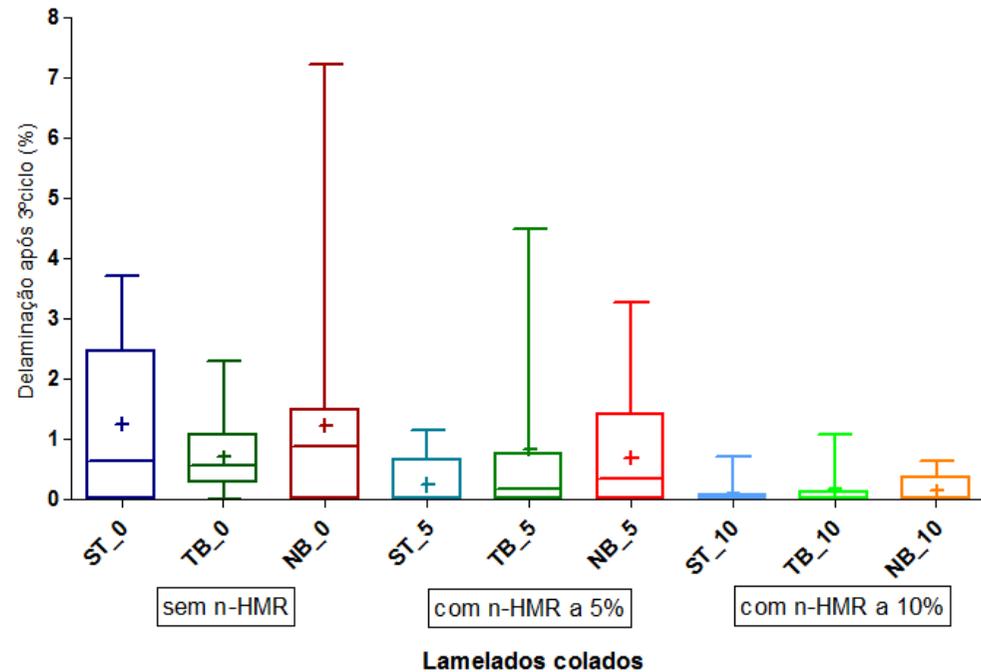
- Fabrico industrial de vigas, variando a pressão de aperto
- Otimização do fabrico de ligações de entalhes múltiplos
- Avaliação da resistência da colagem ao corte e à delaminação
- Modelação e verificação experimental da resistência de vigas
- Fabrico de vigas em laboratório
 - variando temperatura de colagem
 - usando promotores de adesão



Fabrico com pinho bravo – tratado e não tratado

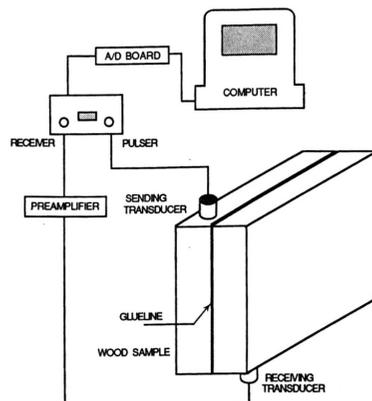
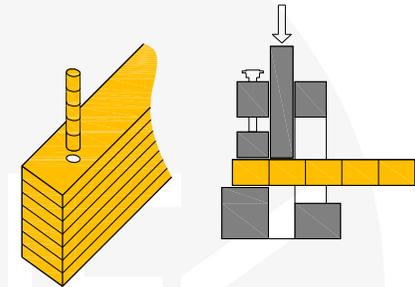
Resultados:

- ⇒ Delaminação aumenta com tratamento preservador
- ⇒ >Temperatura de colagem / promotores de adesão – reduzem delaminação
- ⇒ Possível obter GL28c com pinho bravo (EE/E/EE) ou GL24 com pinho (E+EE)
- ⇒ Identificado processo de fabrico adequado
- ⇒ Possível extensão: perfis laminados e/ou compósitos para caixilharia



Avaliação do envelhecimento e delaminação

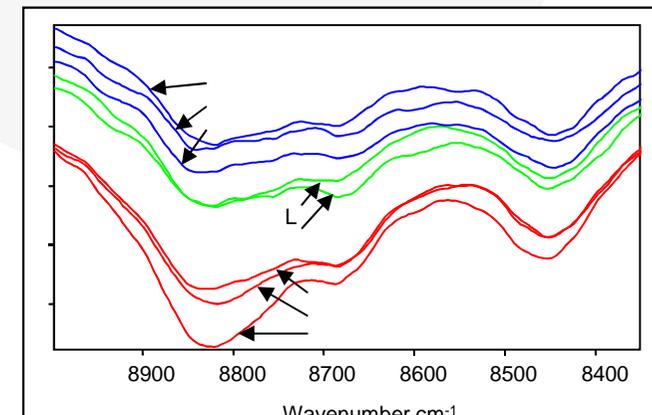
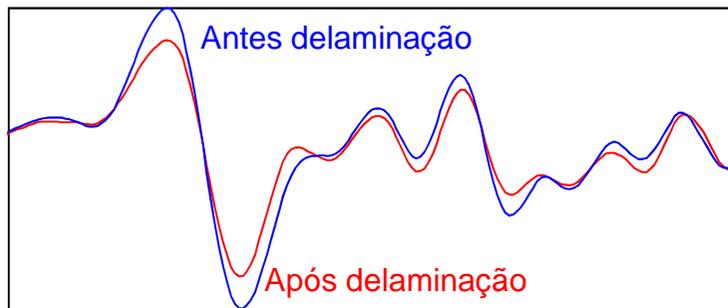
- Envelhecimento natural e artificial de vigas (diferentes colas e madeiras)
- Ensaio de linhas de cola – após diferentes tempos de exposição
- Efeitos do tipo / forma / dimensões das carotes extraídas
- Avaliação da junta colada por:
 - NIR
 - ensaios de corte e delaminação
 - ultrassons



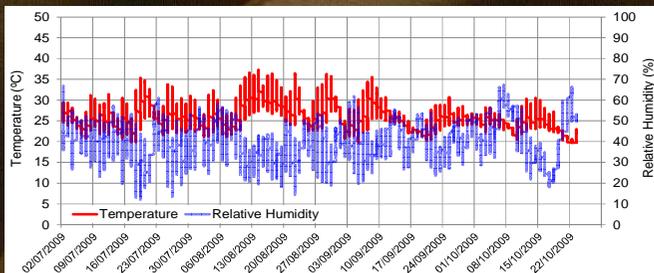
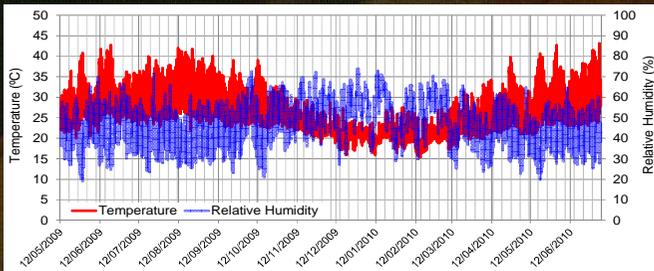
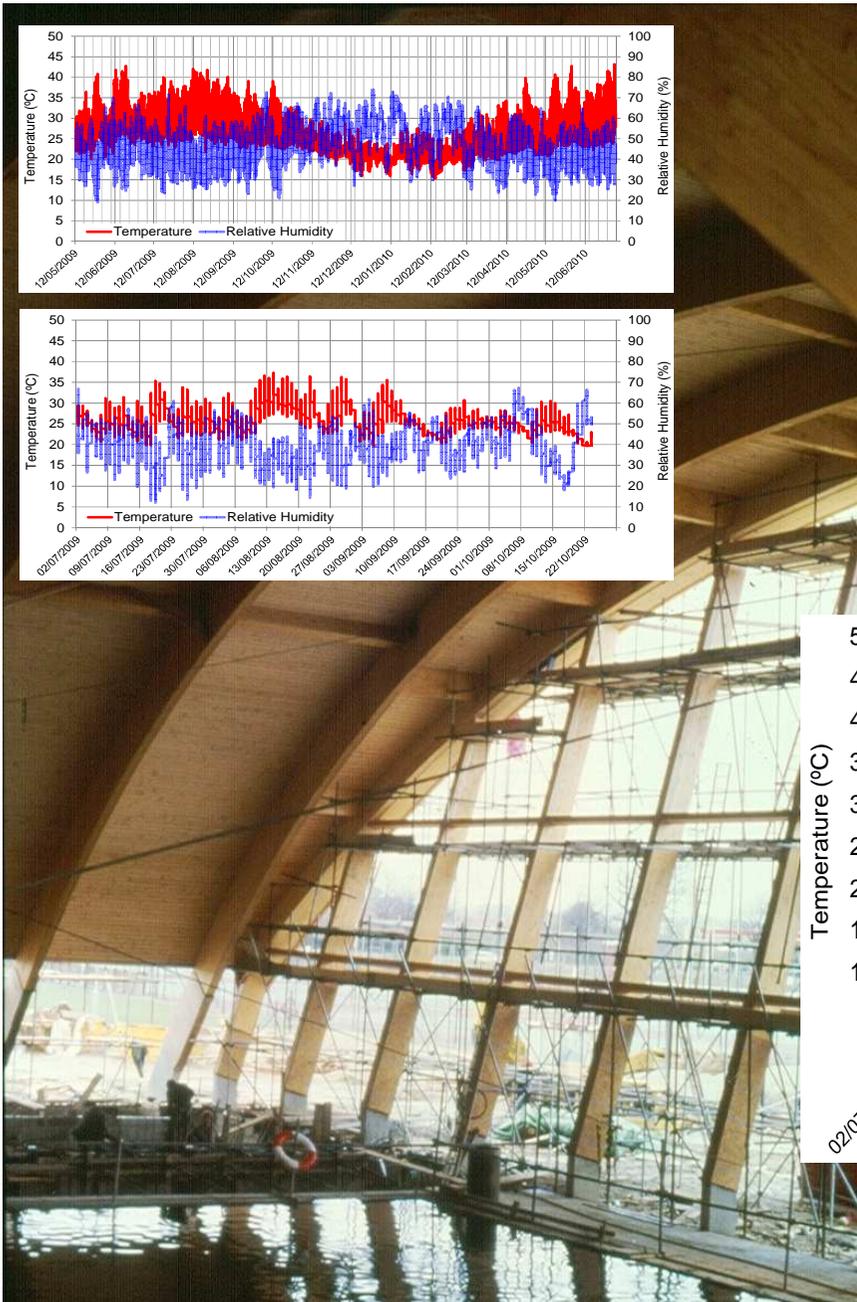
Avaliação da delaminação e envelhecimento

Resultados:

- ⇒ Em geral, resistência ao corte decresce com envelhecimento (exceto na colagem a 45°C)
- ⇒ Exposição natural – maior delaminação nas faces a sul (sobretudo em vigas escuras)
- ⇒ Delaminação visível nas faces - nem sempre correlacionada com perda de resistência da junta colada
- ⇒ NIR permite detetar alterações da cola por envelhecimento (requer calibração)
- ⇒ Extração de carotes permite boa avaliação de juntas coladas (melhor: carotes perpendiculares às linhas coladas)
- ⇒ Ultrassons – promissor (difícil em obra)

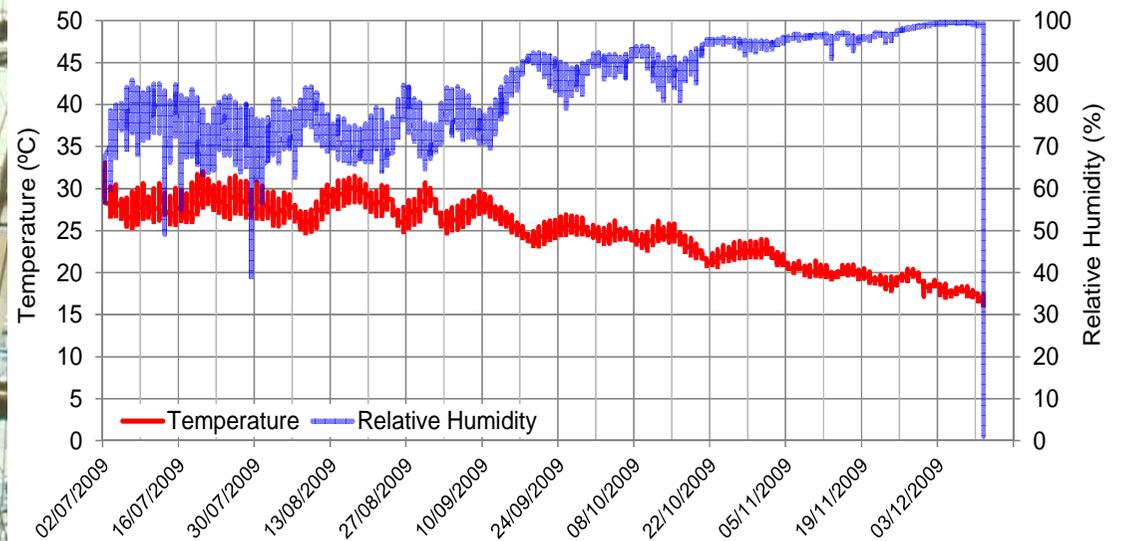


Condições de serviço



Feita monitorização de estruturas (5+4+3):

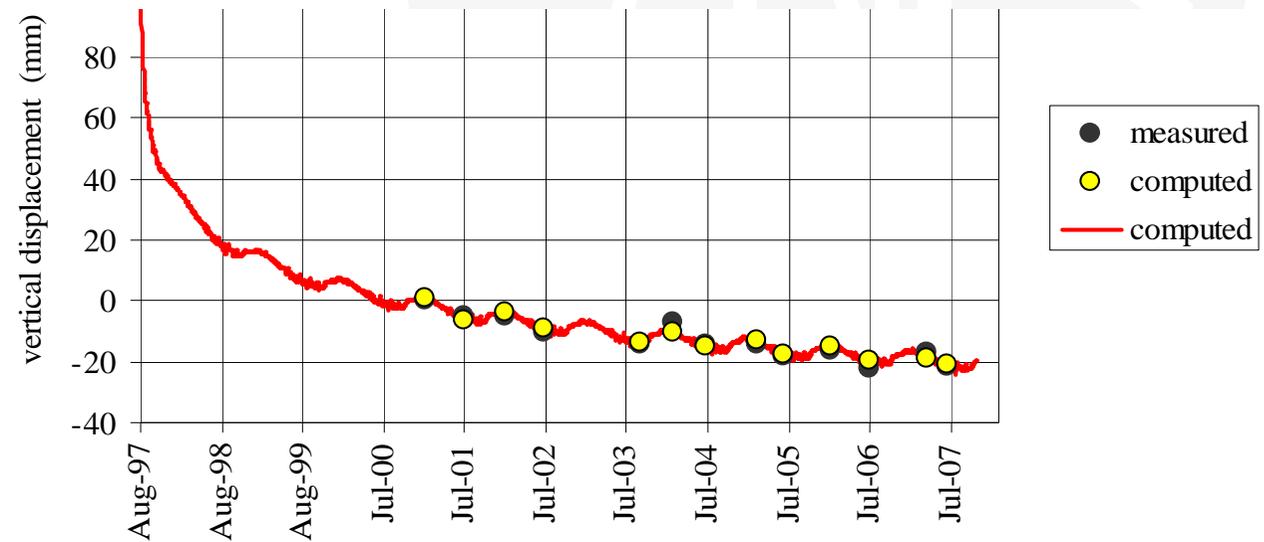
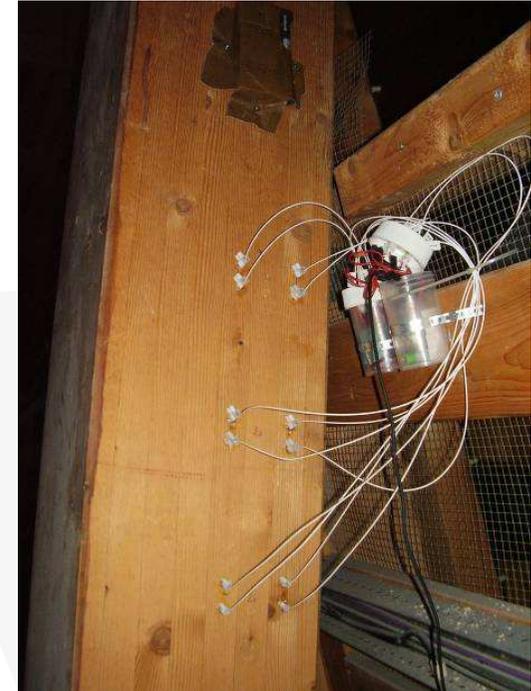
- diversos pontos do país
- diversas utilizações



Condições ambientais

Regime de T e HR determina:

- durabilidade da cola
- fendas e delaminação
- componente cíclica da resposta da estrutura





LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL





Exposição a condições imprevistas

Degradação do aspeto



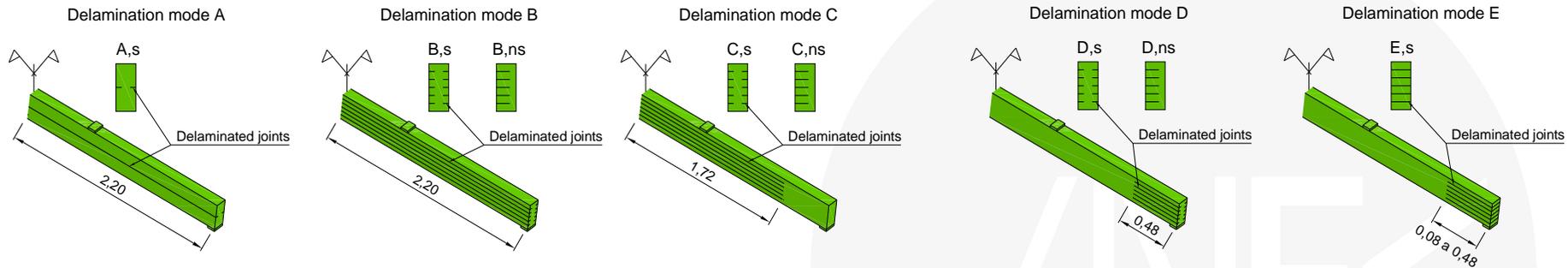


LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



Consequências da delaminação

Realizada modelação numérica (FEM) em vigas retas



Resultados:

- Delaminação assimétrica na secção \Rightarrow risco de instabilidade lateral
- Delaminação junto aos apoios ou pontos de carga \Rightarrow desfavorável quando existem esforços de corte elevados.
- Delaminação é crítica quando repassada (de face a face)
- Delaminação com profundidade $\geq 60\%$ da largura da secção = ponto crítico (propagação progressiva e possível rotura).

Perspetivas de trabalho futuro

- **Modelação dos efeitos da delaminação – elementos curvos**
- **Validação experimental dos modelos numéricos – efeitos da delaminação**
- **Técnicas de reparação de fendas e delaminações**
 - **parafusos autorroscantes**
 - **varões colados** ... **Reforço de estruturas por colagem**
- **Comportamento de ligações ao fogo**
- **Proteção passiva de estruturas ao fogo**
- **Monitorização de estruturas de madeira**

