

cimad '04
1º congresso ibérico

a madeira na construção

25 e 26 de Março 2004 | Universidade do Minho | Guimarães Portugal



*DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO
DE ENSAIO E ESTUDO DO COMPORTAMENTO À
FLUÊNCIA DE COMPONENTES ESTRUTURAIS EM MADEIRA*



**

UNIVERSIDADE DO MINHO



departamento de
engenharia mecânica

*José Santos **

*Marques Pinho ***

*Francisco Regufe ***

*



DMTP - Departamento Materiais

Factores condicionantes das propriedades mecânicas da madeira

- Fluência
- Relaxação
- Tensões mecânico-sortivas

Factores condicionantes das propriedades mecânicas da madeira

Fluência – sob uma carga permanente (ao longo do tempo) regista-se um aumento lento da deformação, que tanto pode tender para um valor constante, como aumentar progressivamente até à rotura, dependendo da intensidade inicial da tensão aplicada e do material.

Relaxação - deformação mantida constante no tempo, as tensões internas que se opõem à acção exterior vão diminuindo gradualmente.

Fluência mecanico-sortiva - A fluência mecânico-sortiva é a deformação que ocorre quando a madeira sob a acção de uma força de valor constante sofre ainda alteração de teor de água e/ou de temperatura, o que acontece quando sujeita a variação das condições ambientais.

Factores condicionantes das propriedades mecânicas da madeira

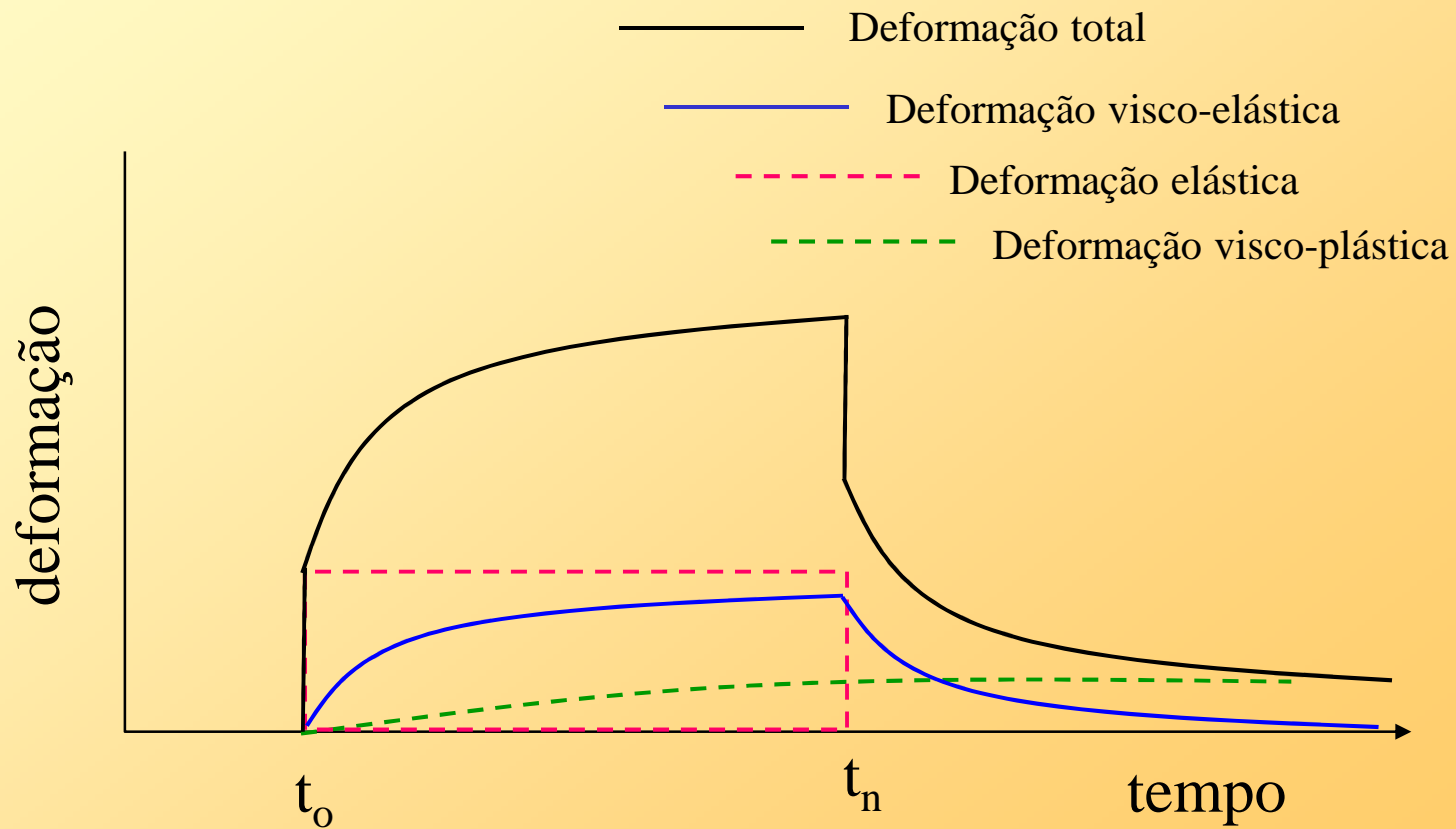
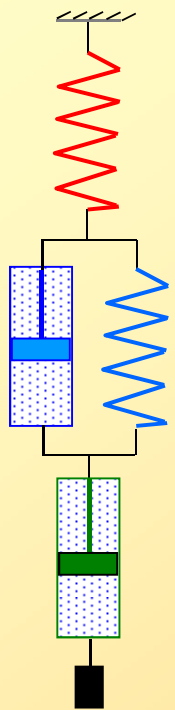
- A velocidade de aplicação de carga e/ou deformação condiciona fortemente o resultado do ensaio de determinação de uma dada característica mecânica:
 - lenta ou constante → fluência
 - rápida → mecânica do impacto
- Quando não existe indicação em contrário, um ensaio em madeira deve atingir a carga máxima entre 3 a 7 minutos (EN 408).

O estudo da fluência faz parte de um estudo global das propriedades mecânicas da madeira

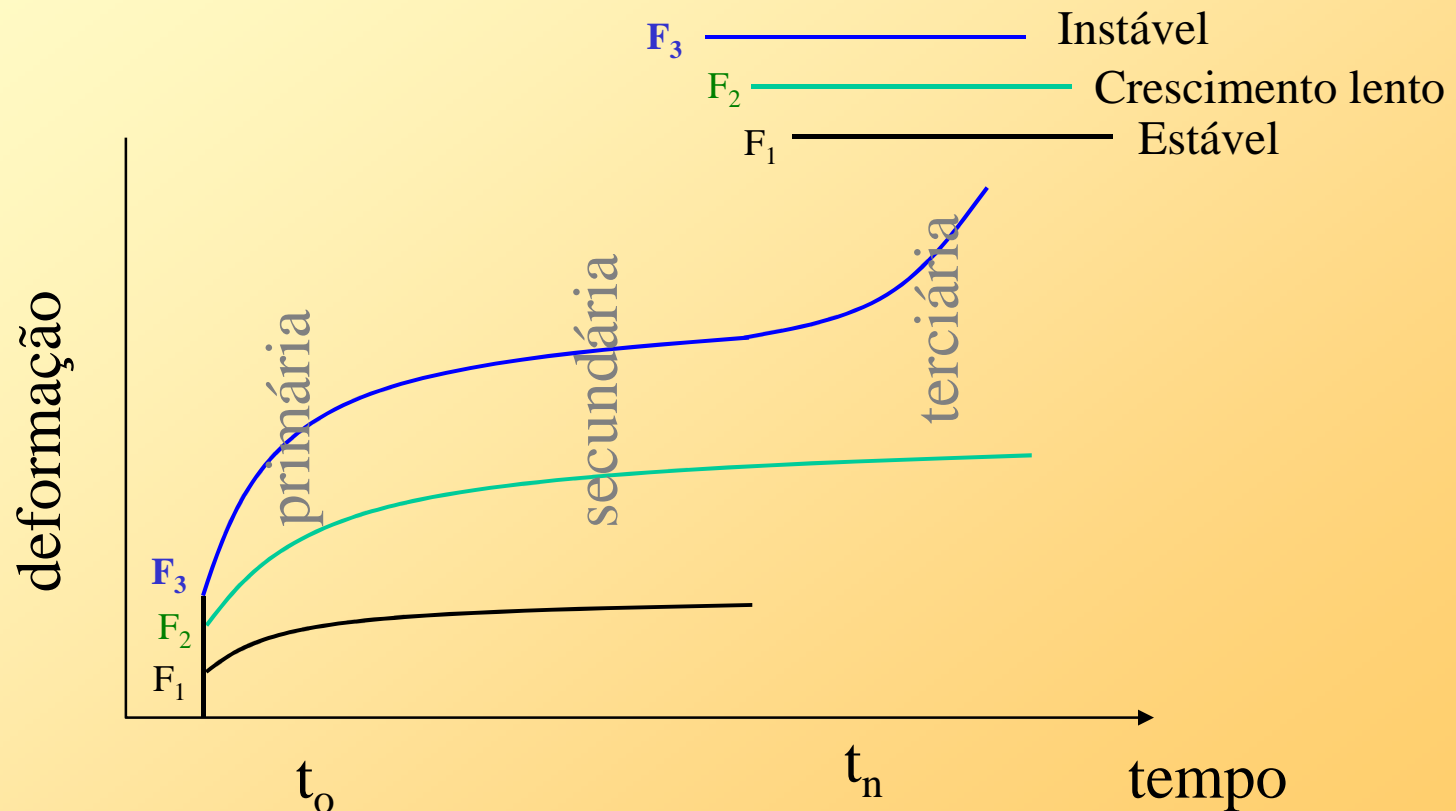
Objectivos a atingir:

- Principais causas da falha de comportamento mecânico.
- Previsão das variações nas características naturais da madeira.
- Métodos de ensaio mais adequados.
- Optimização das regras de cálculo estrutural para garantir perfeita segurança.

Componentes da fluência

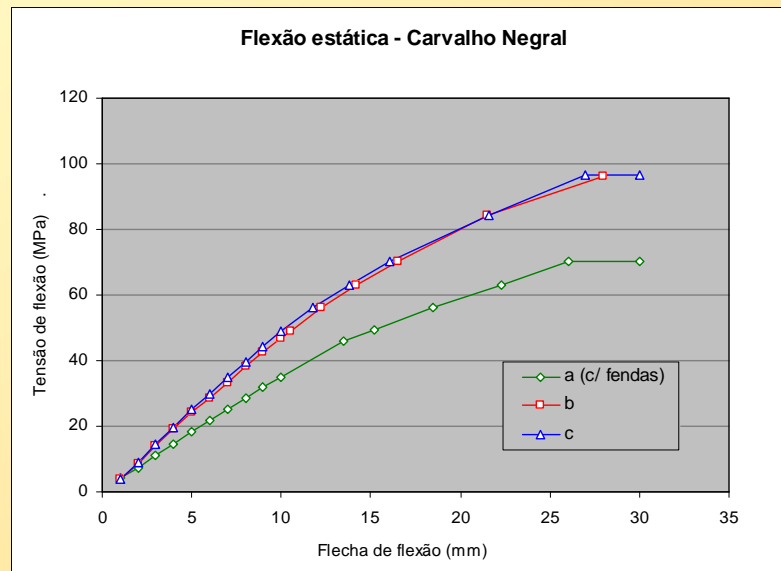
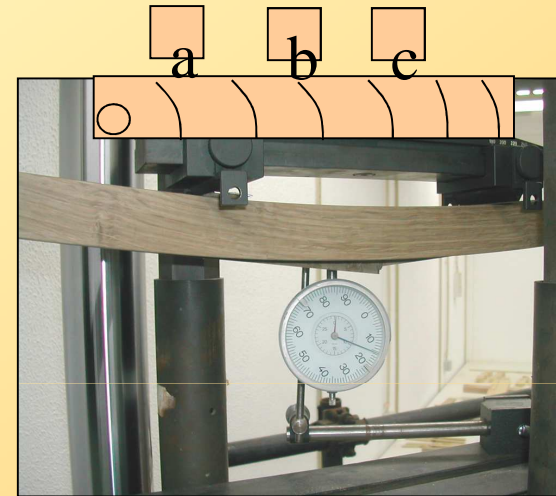
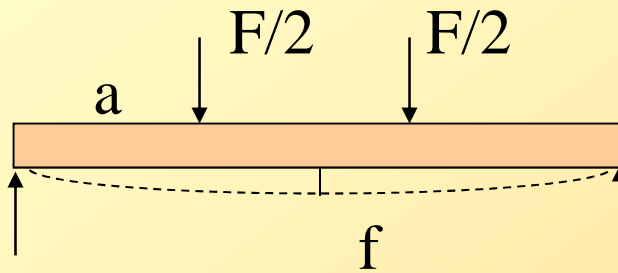


Curvas de deformação

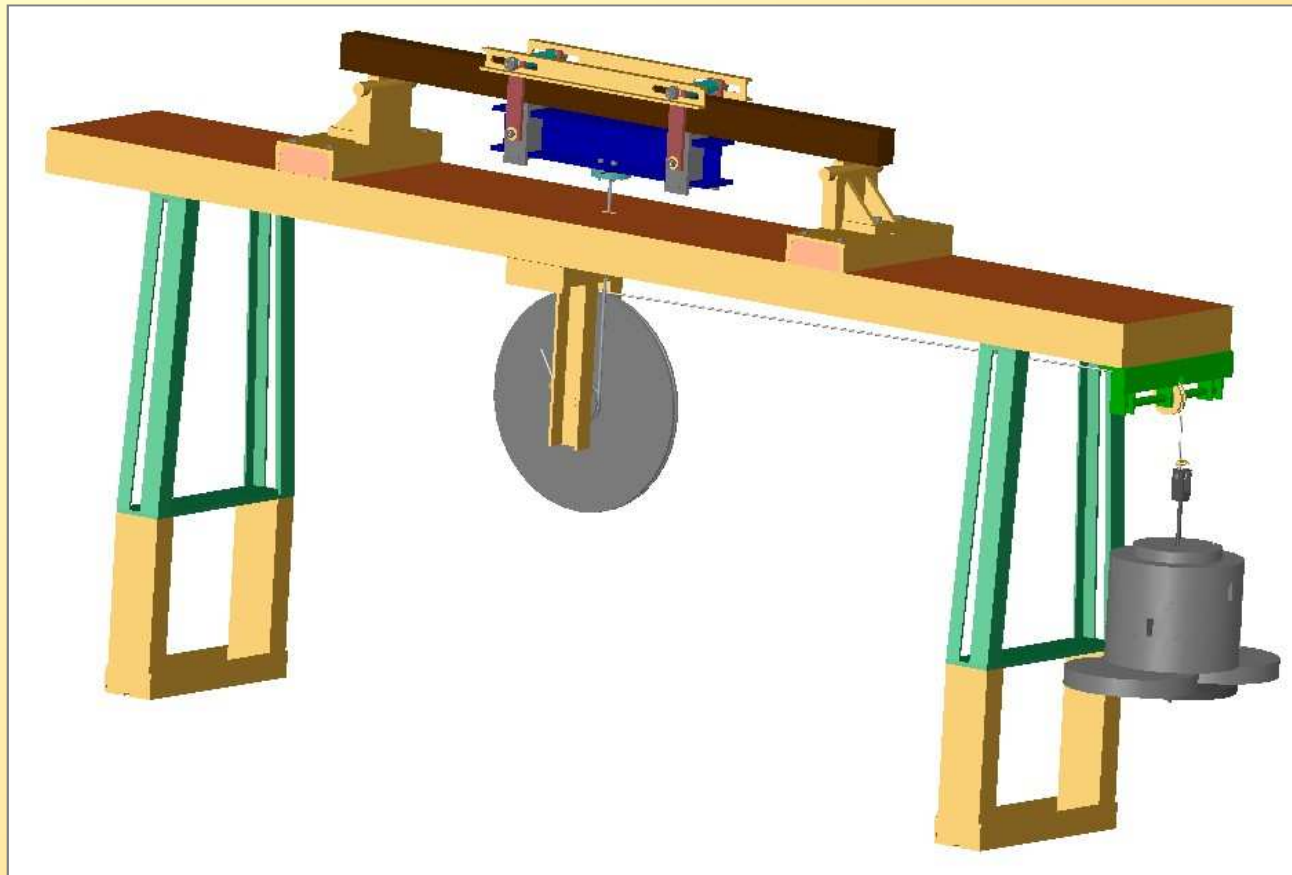


Forma da curva dependente fundamentalmente da intensidade da carga aplicada.

Flexão estática – ensaio de curta duração

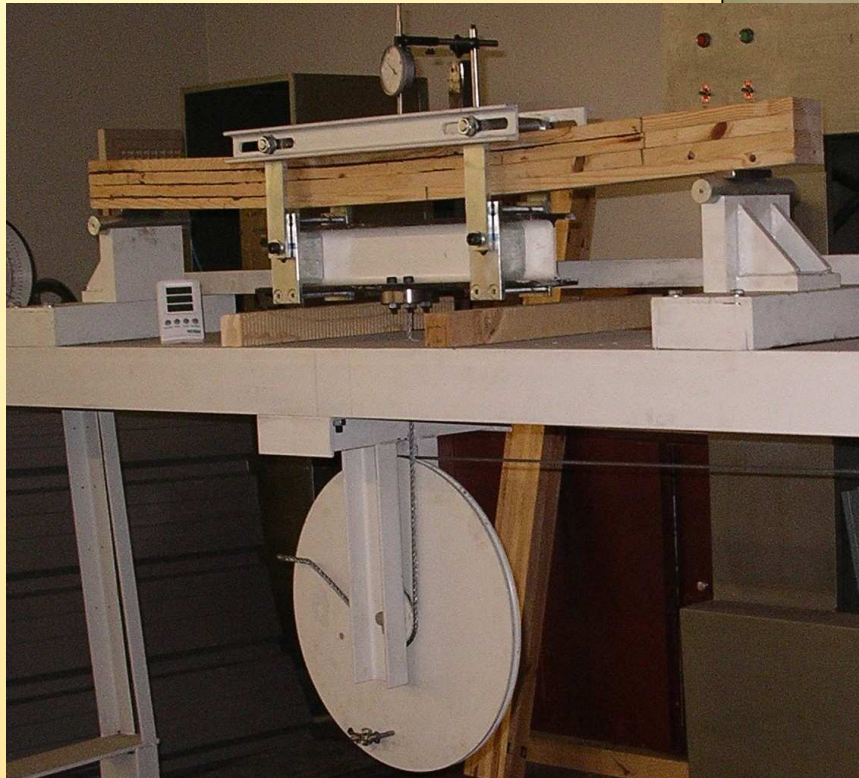


Equipamento





Fluência à flexão

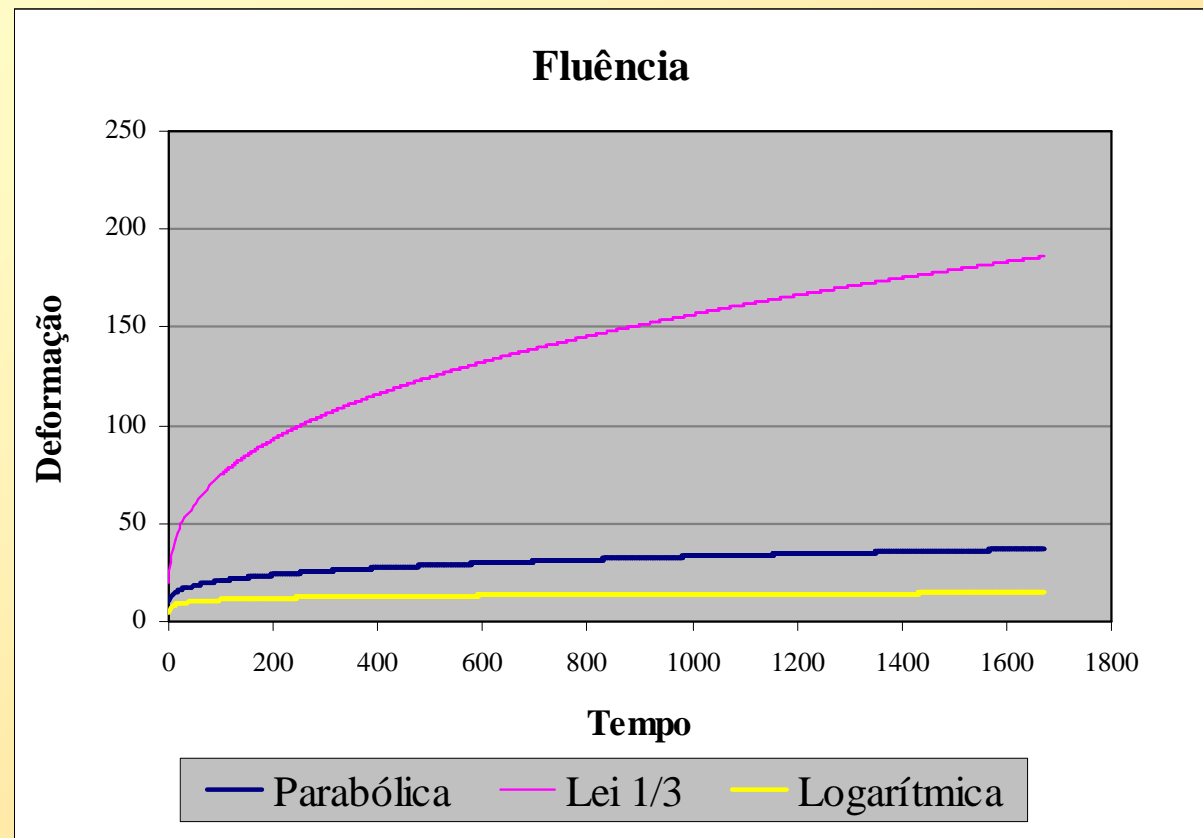


Modelos matemáticos - Fluência

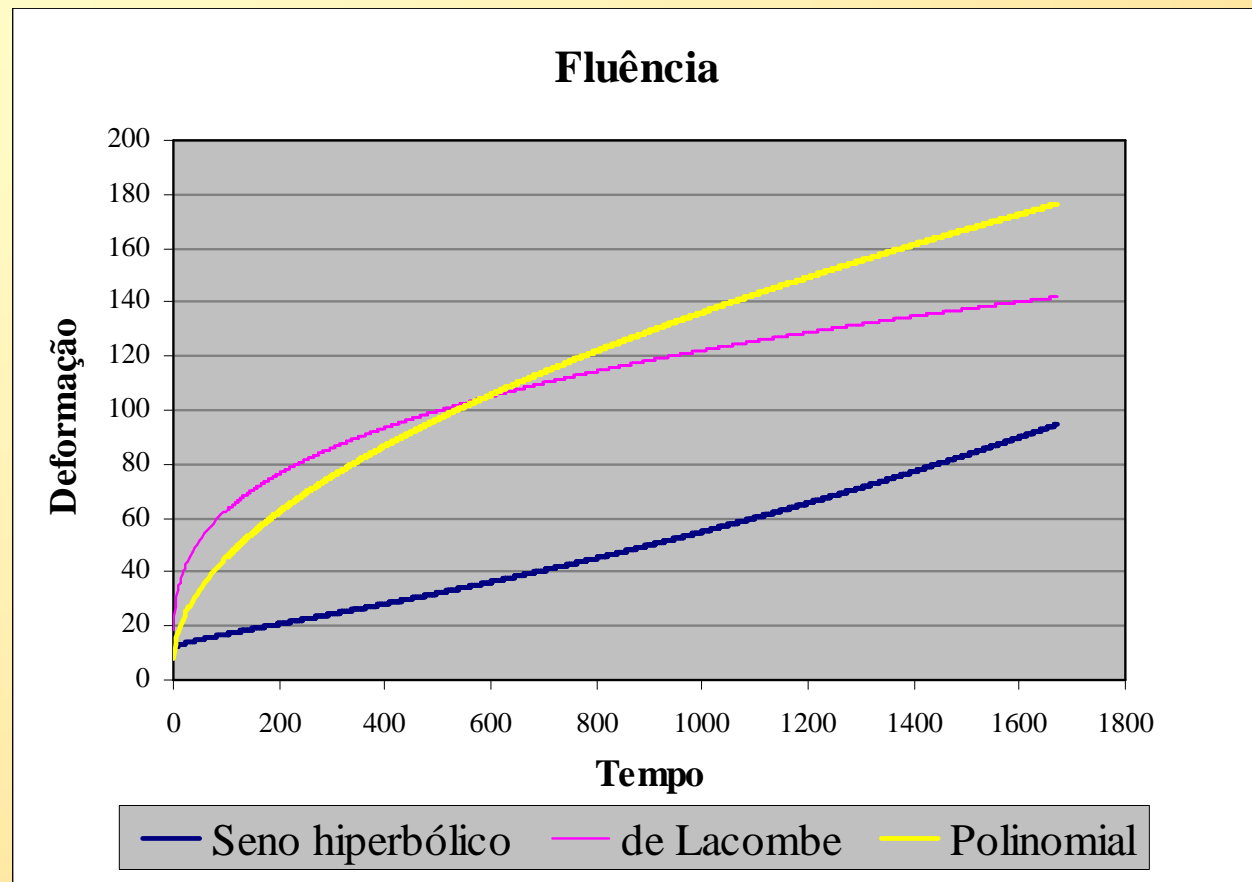
Equações empíricas mais comuns para representar a fluência

Designação	Tipo de fluência	Equação	Constantes
Parabólica	primária	$l = l_0 + at^m$	a, m
Lei de 1/3 (Andrade)	primária	$l = l_0(1 + at^{1/3}).e^{mt}$	a, m, l_0
Logarítmica	primária	$l = a + b \log t$	a, b
Seno hiperbólico	primária e secundária	$l = a + b \sinh ct^m$	$a, b, c, m = 1/3$
de Lacombe	primária, secund. e parte / terciária	$l = l_0 + atm + bt^n$	a, b, m, n
Polinomial	primária e secundária	$l = a + bt^{1/n} + ct^{2/n} + dt^{3/n}$	a, b, c, d, n

Modelos matemáticos

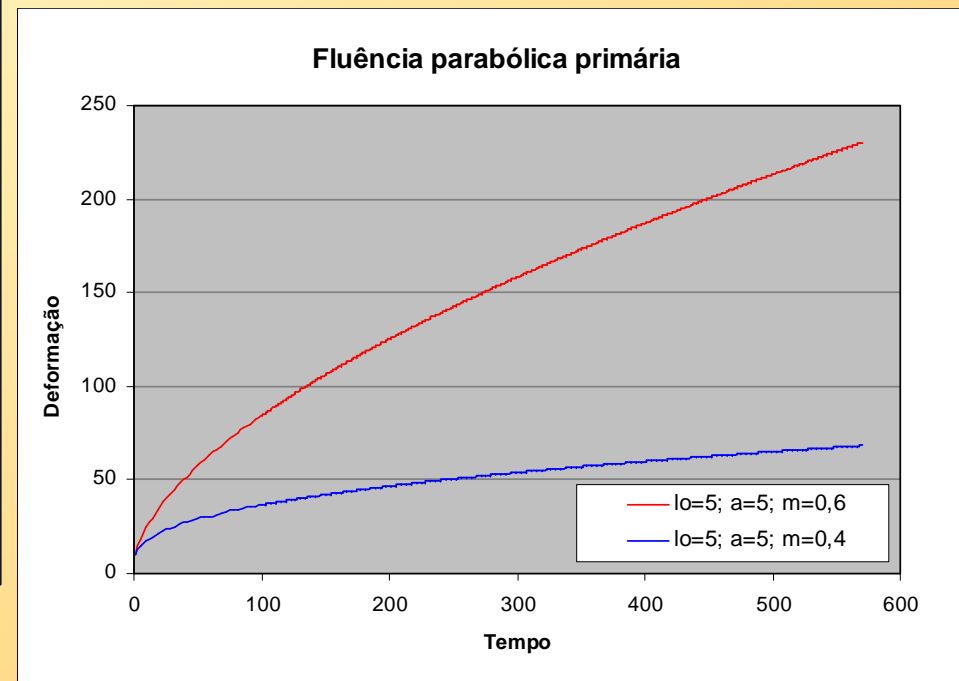
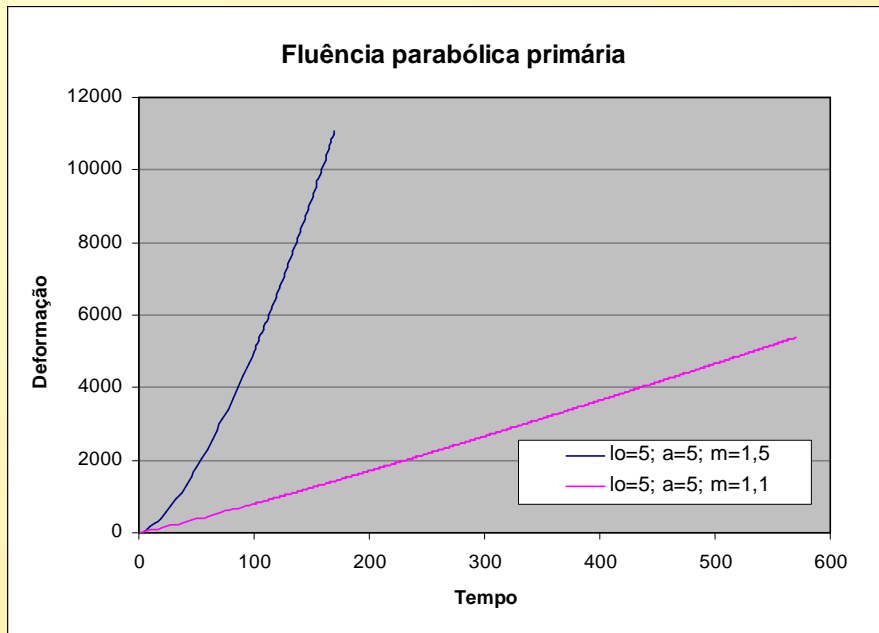


Modelos matemáticos



Modelos matemáticos

Equação parabólica primária $l=l_0+at^m$

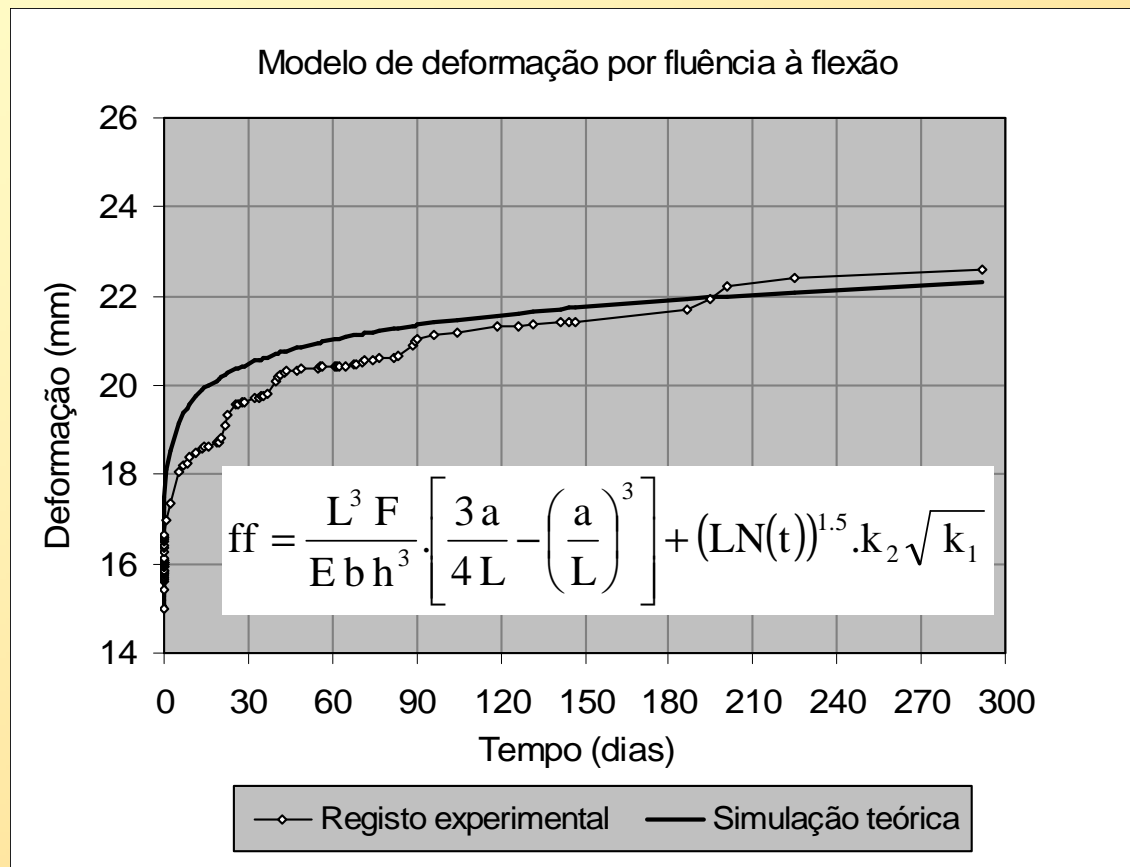


*l_0 - varia o ponto de origem
 a - varia a escala das ordenadas
 m - varia a forma da curva*

Modelos matemáticos

- Em todos os modelos a forma das curvas é influenciada pelas constantes, que são determinadas experimentalmente

Deformação por fluência para 30% da carga de cedência (pinho bravo lamelado)



E – módulo de elasticidade (MPa)

l – distância entre apoios (mm)

$F2$ e $F1$ - forças aplicadas dentro da zona de proporcionalidade (kN)

b – largura da secção (mm)

h – altura da secção (mm)

$w2$ e $w1$ – deformações nos pontos $F2$ e $F1$ (mm)

a – distância do suporte á primeira carga (mm)

Conclusões:

- Por motivo da elevada elasticidade da madeira e do seu comportamento visco-plástico (fluência) , para além dos factores de garantia de não rotura, é necessário garantir um limite de deformação máxima aceitável (razões estéticas e estruturais – $EC5 = < l/200$).
- Mesmo com elevados coeficientes de segurança a madeira continua a ter um comportamento estrutural competitivo relativamente a outros materiais de construção, nomeadamente a boa relação *resistência / peso próprio* .



Fluência sob o efeito da temperatura !!!

Fim