

# Floresta 2050. Pensar o Futuro

INRB – Oeiras  
6 Outubro 2011

Matérias primas florestais para a indústria transformadora. Pinho, carvalho e eucalipto - exigências de qualidade, tecnologia e aplicações

*José António Santos*



## Sumário

- ♥ Floresta portuguesa
  - ♥ Oferta de matérias-primas para a indústria transformadora
  - ♥ Características de maior interesse da madeira
  - ♥ Pinho bravo: embalagem, construção, mobiliário
  - ♥ Eucaliptos: construção, revestimentos, estruturas
  - ♥ Carvalhos: mobiliário; decoração; pipos e barris
- 
- ♥ Aspectos ambientais
  - ♥ Importância económica
  - ♥ Contribuição da normalização, regulamentação, investigação
  - ♥ Preparar o futuro

A floresta de primeira geração - é a floresta natural, seja aquela que apareceu sem intervenção humana, apenas condicionada pelas leis da evolução, tendo assim dado origem a toda a diversidade de espécies por influência e adaptação às condições edafoclimáticas locais.

A floresta de segunda geração - é a floresta plantada com fins ambientais ou de proteção, em que no momento da plantação não havia uma pressão imediata para aproveitamento dos materiais de origem florestal, onde os investimentos não eram vistos de uma perspectiva puramente económica.

A floresta de terceira geração - é a floresta industrial, planeada e plantada para cortes em datas bem determinadas, com custos controlados, tendo de ser sustentável financeiramente a relativamente curto prazo.

# Evolução Temporal da Área por Espécie

## Inventário

(x 1000 ha)



Ministério da  
Agricultura,  
do Desenvolvimento  
Rural e das Pescas

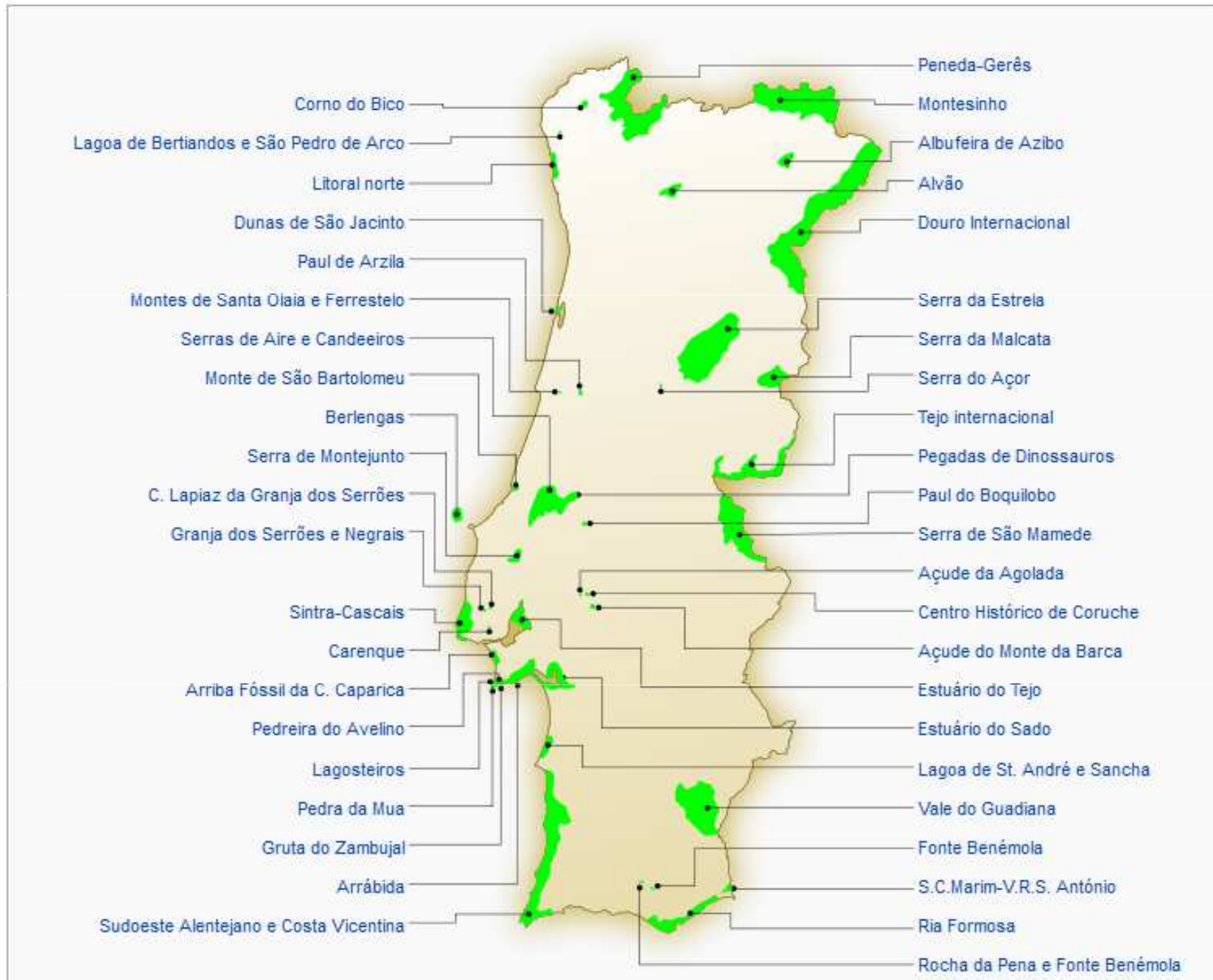


Espécies	1963-66	1968-80	1980-89	1990-92	1995-98	2005-06
Pinheiro-bravo	1288	1293	1252	1047	976	971 (172)
Eucalipto	99	214	386	529	672	743 (119)
Sobreiro *	637	657	664	687	713	643 (28)
Azinheira	579	536	465	-	462	460 (4)
Pinheiro-manso	-	35	50	-	78	118 (2)
Out. Resinosas	-	35	33	-	27	35 (4)
Carvalhos	-	71	112	-	131	163 (15)
Castanheiro *	-	29	31	-	41	20 (1)
Out. Folhosas	-	148	115	-	102	87 (11)

\* Área subestimada por ainda não considerar novas arborizações

( ) Área de povoamentos ardidos

# Áreas protegidas



[http://plantas.apoiarmais.com/a\\_protegida.php](http://plantas.apoiarmais.com/a_protegida.php)

## Importância económica da floresta em Portugal

- Papel e cortiça
- Aglomerados
- Contraplacados
- Portas
- Embalagens
- Outros produtos
- Casca de pinheiro
- Madeira para energia (pellets, briquetes)

10 a 12 % do valor total das exportações, nos últimos anos

Saldo exportações-importações  $\approx$  1000 milhões de Euros

AEP / Gabinete de Estudos  
Março de 2008

### Ainda

- Maquinaria (serras, descascadores, secadores, ...)
- Ferramentas
- Grande volume de emprego (no interior do país)

Tempo de formação de várias espécies até dimensão com interesse comercial para serração

## Para atingir diâmetro de serração $\geq 35$ cm de diâmetro

- Carvalho  $\approx 65$  anos
- Pinheiro bravo  $\approx 45$  anos
- Eucalipto comum  $\approx 25$  anos

Exemplos em estudos recentes:

*Eucalyptus híbridos*  $\approx 8$  anos

DAP – 20 cm

*Eucalyptus botryoides*  $\approx 35$  a 40 anos

DAP – 105 cm

# Certificação florestal

Cada vez haverá mais dificuldades em comercializar madeiras que não provenham de florestas certificadas.



ou



*Programme for the  
Endorsement of  
Forest Certification*

A certificação florestal é a única alternativa para conciliar os interesses económicos, ambientais e sociais

# Argumentos ambientais

## Fotossíntese

Formação de glicose a partir de 6 moléculas de  $\text{CO}_2$ ,

mais 6 moléculas de água,  
mais luz solar,

dá uma molécula de glicose  
e 6 moléculas de  $\text{O}_2$

## Crescimento da floresta e Sumidouro de $\text{CO}_2$ (num ano)

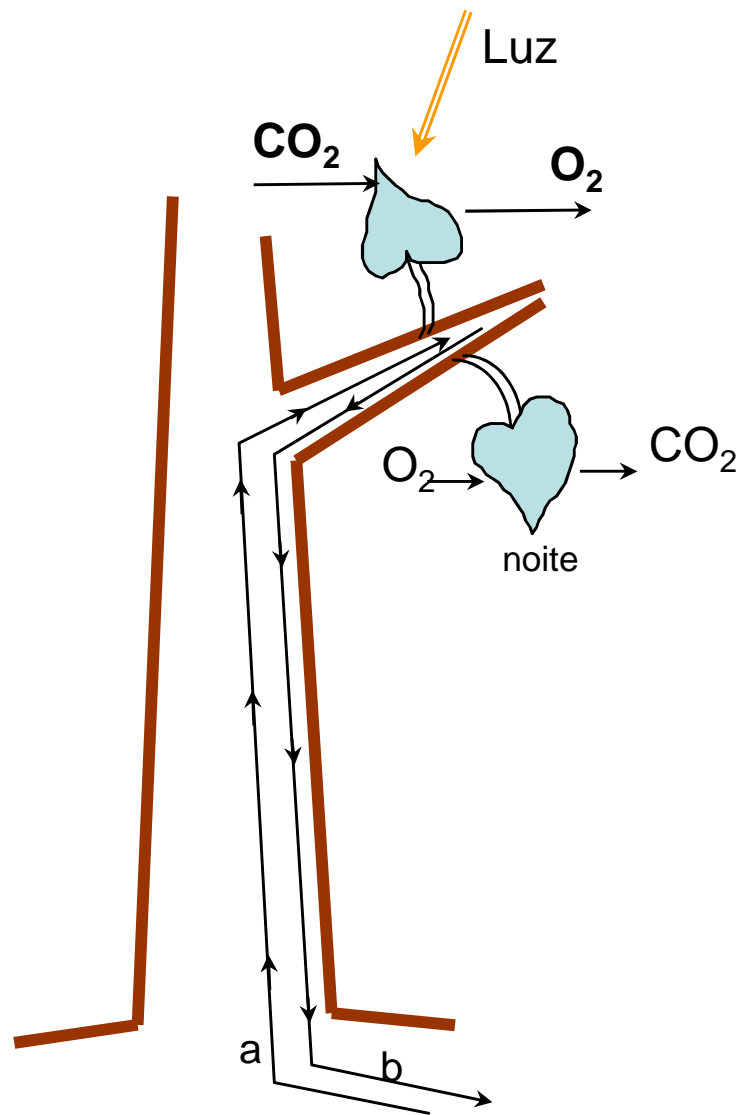
12 m3 madeira por ha

9,6 ton madeira por ha

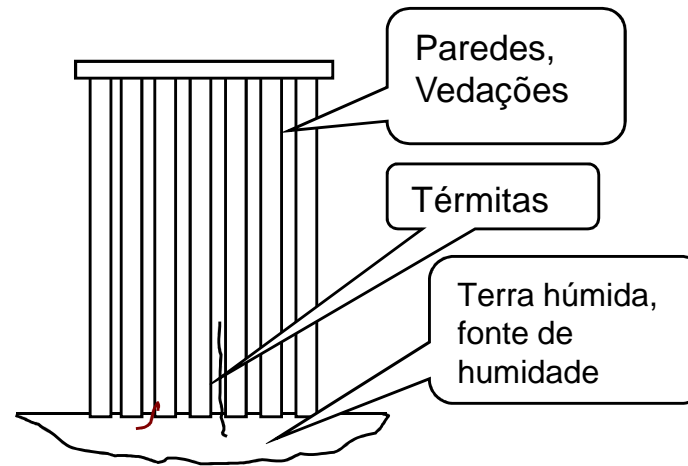
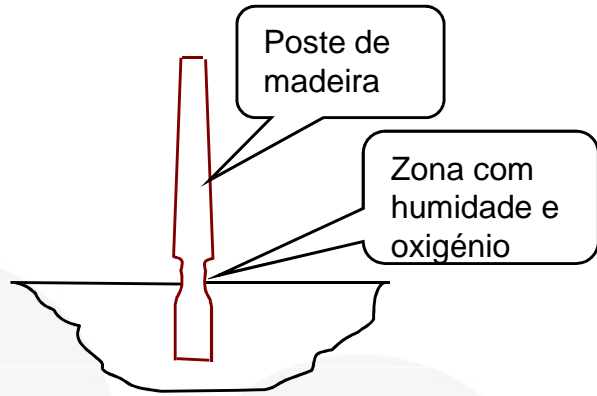
4,8 ton em massa seca

2,16 ton Carbono por ha

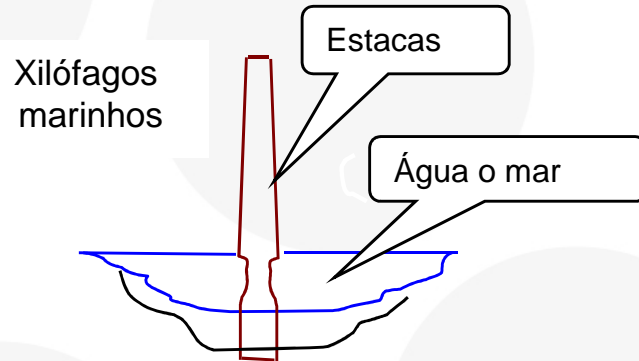
7,92 ton  $\text{CO}_2$  por ha



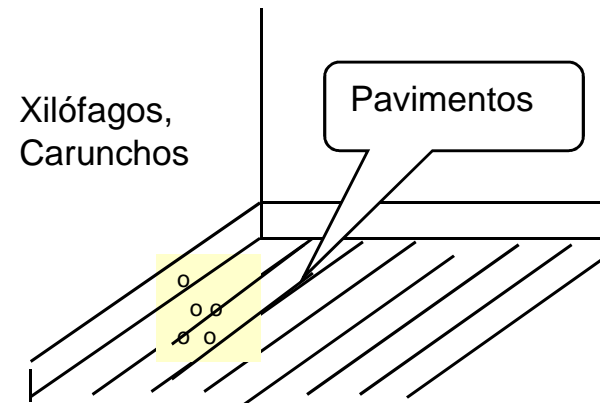
# Degradação biológica



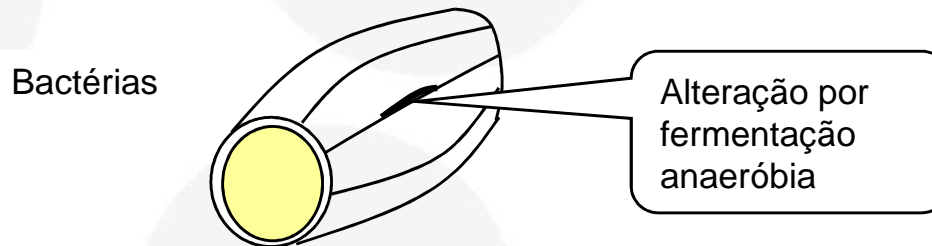
Xilófagos – térmitas comem interior das peças de madeira



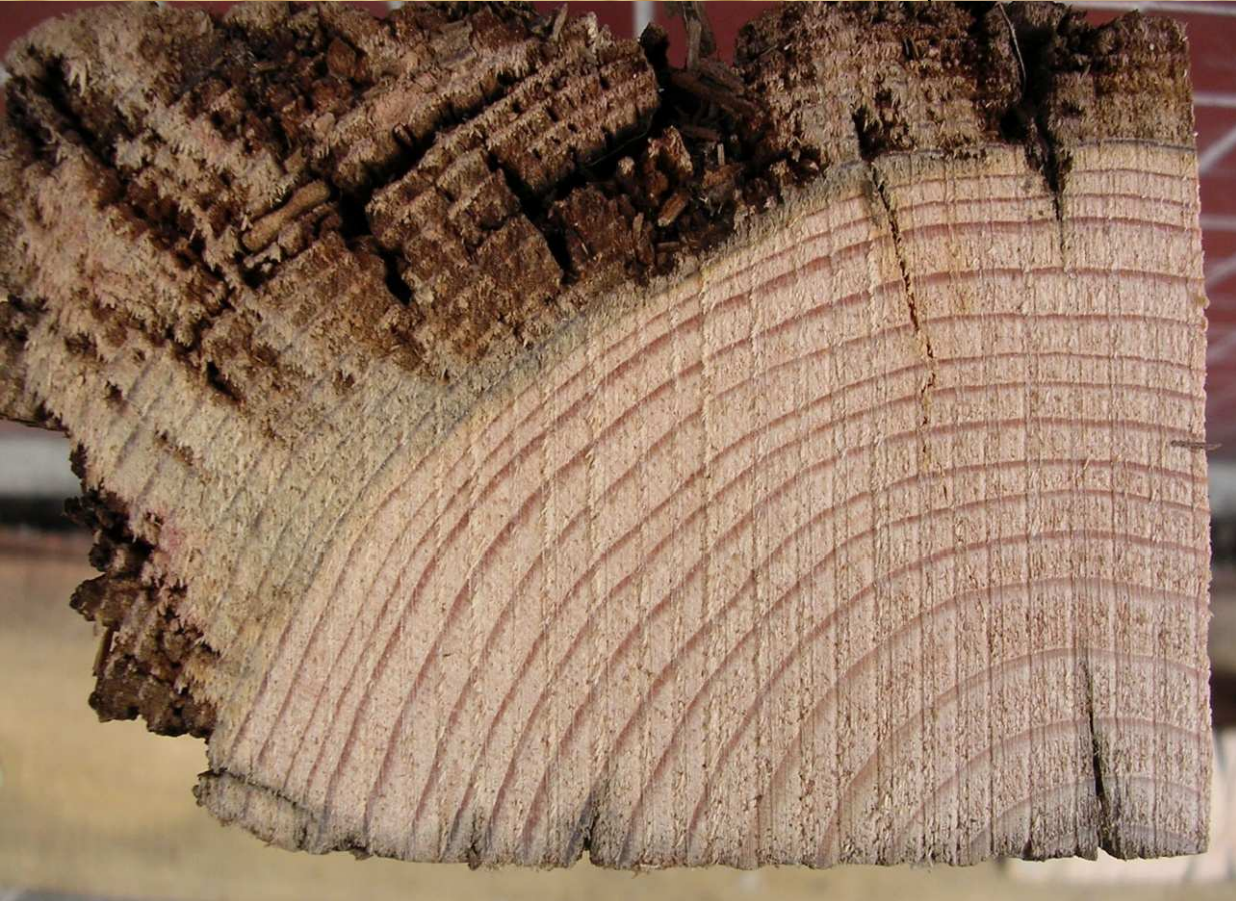
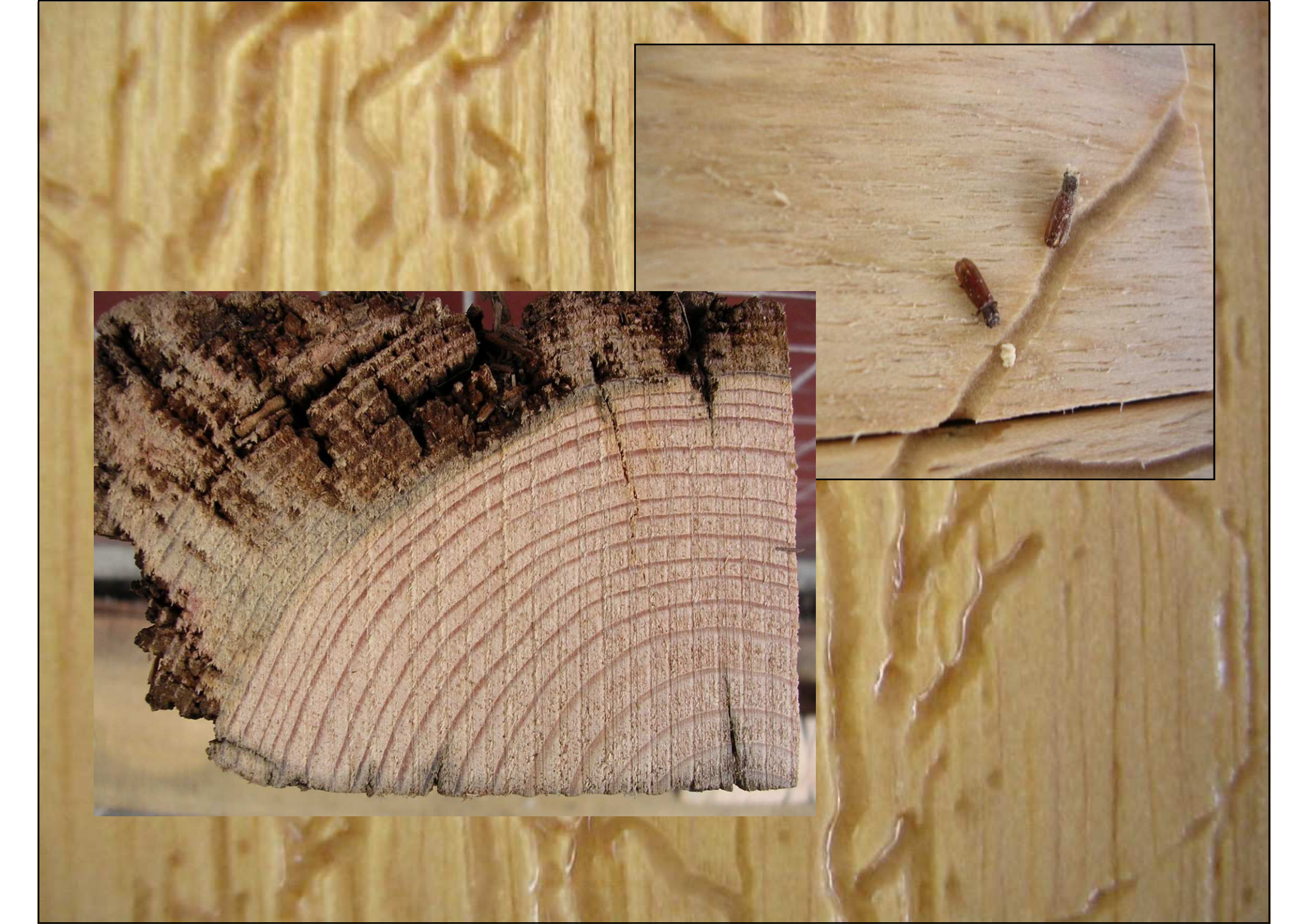
Animais marinhos perfuram galerias na zona imersa



Larvas perfuram galerias e saem por orifícios



Madeiras em locais sem luz e sem arejamento



# NP-2080:1985 Preservação de madeiras. Tratamento de madeiras para a construção

Condições de aplicação	Madeira seca < 15%		Madeira 20 a 30% de teor em água	
<b>Riscos</b>	<b>Insectos de ciclo larvar:</b>	<b>Insectos sociais:</b>	<b>Fungos</b>	<b>Insectos sociais</b>
	Caruncho grande – Hylotrupes bajulus -> Resinosas Caruncho pequeno – Anóbio -> Resinosa e Folhosas Lyctus -> Folhosas	Térmitas de madeira seca	Podridão cúbica de cor castanha -> Resinosas Podridão fibrosa cor branca -> Folhosas Podridão mole de cor branca -> Resinosas e Folhosas	Térmitas ou formiga branca
<b>Factores agravantes</b>	Temperatura entre 18 e 25°C Madeira locais não arejados nem limpos	Zonas de pouco acesso e não limpas	Temperatura entre 18 e 25°C; zonas de condensação de humidade	Madeira molhada Proximidade de fontes de humidade
<b>Medidas preventivas</b>	Cerne de madeiras duráveis; Borne impregnado; Esterilização e protecção superficial	Inspeções; medidas construtivas	Cerne de madeiras duráveis; Borne impregnado; Esterilização e protecção superficial	Cerne de madeira duráveis; Medidas construtivas adequadas
<b>Medidas curativas</b>	Calor > 60 °C durante 30 min.; Fumigação com gases tóxicos; Ausência total de oxigénio; Temperaturas criogénicas < -20 °C			

## Condutividade térmica de diferentes materiais

	$10^{-4}$ cal / cm °C s	w / m K
Madeira seca 12%		
Densidade 0,45 _ _ fibras	3,00	0,126
0,45 // fibras	7,50	0,314
0,75 _ _ fibras	4,25	0,178
0,45 // fibras	10,60	0,444
Contraplacado psedotsuga	2,80	0,117
Aglomerado alta densidade	2,50	0,105
Aglomerado de partículas	3,20	0,134
Poliuretano expandido	0,55	0,023
Fibra de vidro	0,93	0,039
Fibrocimento de amianto	13,80	0,577
Tijolo	17,20	0,720
Betão	22,30	0,933
Vidro	25,10	1,050
Pedra natural	43,00	1,799
Aço inox	389,00	16,276
Alumínio	4.820,00	201,669
Cobre	9.230,00	386,183
Prata	10.000,00	418,400

x 7,4

x 1600

A madeira é um dos materiais mais eficientes estruturalmente, tendo em conta a relação entre a sua densidade e a sua resistência, mesmo comparando com ligas metálicas e compósitos.



**Fluência . Deformação lenta ao longo do tempo.**

# Pinho bravo

# Utilização otimizada do pinho

## Custo matéria-prima



sem qualidade

4º toro

3º toro

2º toro

1º toro

pior qualidade

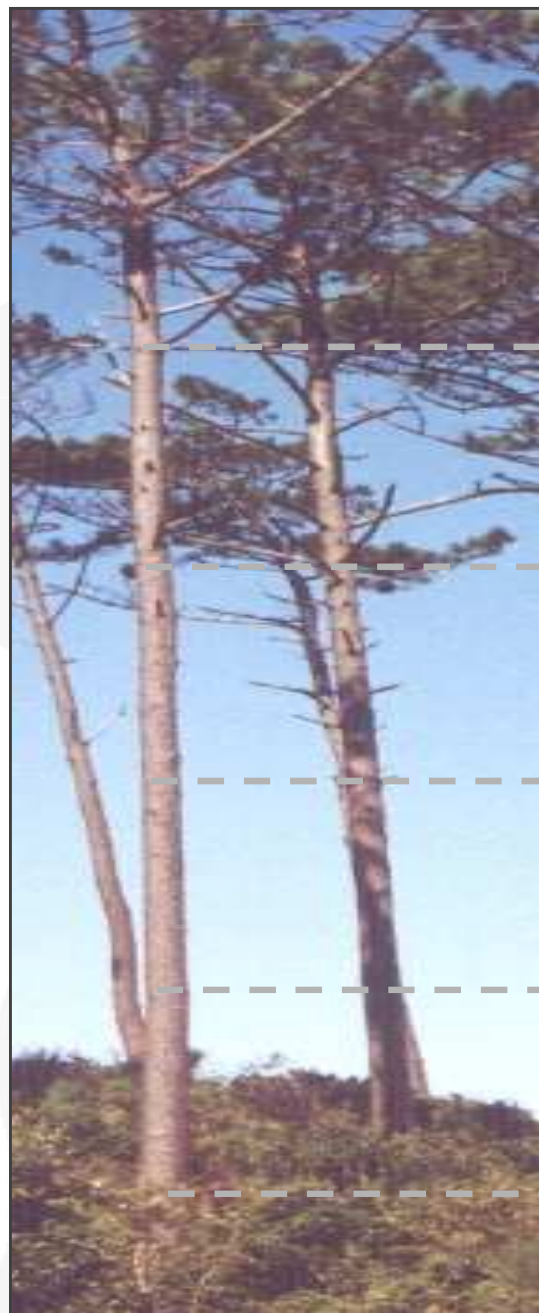
melhor qualidade

preço à  
porta da  
fábrica

50 a 55 €/ton

# Utilização otimizada do pinho

## Utilizações preferenciais



sem qualidade

4º toro

3º toro

2º toro

1º toro

pior  
qualidade

melhor  
qualidade

paletes

caixa

cofragem

soalhos

lamelados

estruturas

mobiliário

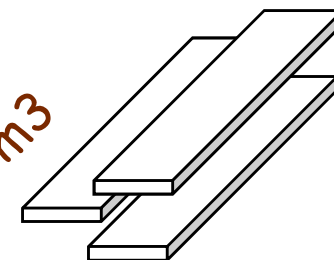
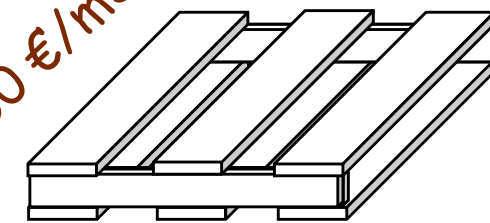
150 €/m<sup>3</sup>

7 €/m<sup>3</sup>

15 €/m<sup>3</sup>

1500 €/m<sup>3</sup>

520 €/m<sup>3</sup>





## Diminuição drástica da produção de pinho bravo

### Madeira serrada

Anos 80	5 000 000 m <sup>3</sup> /ano
Finais de 90	1 000 000 m <sup>3</sup> /ano
Em 2010	600 000 m <sup>3</sup> /ano
Em 2050	???



Reabilitação

# Anexo A EN 350-2

## Quadro 2 : Durabilidade natural e impregnabilidade de espécies Resinosas

### Norma Europeia

Nome científico	Nome comum	Origem	Massa volúmica / Intervalo de massa volúmica a 12% (m/m) de teor em água (kg/m³)	Durabilidade natural				Impregnabilidade		Largura do borne	Obs.
				Fungos	<i>Hylotrupes</i>	<i>Anobium</i>	Térmitas	Cerne	Borne		
<i>Pinus pinaster</i> Ait. [= <i>P. maritima</i> Lam. non Mill.]	P: Pinho bravo E: Maritime Pine F: Pin maritime D: Seestrand-Kiefer	Sul e Sudoeste da Europa	530-540-550	3-4	S	S	S	4	1	g (grande)	

**Cerne medianamente a pouco durável**

**Borne susceptível**

**Borne susceptível**

**Cerne susceptível**

**Cerne não impregnável**


**Borne facilmente impregnável**

# Valores de cálculo para dimensionamento estrutural

<b>NP 4305 (classe)</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Flexão (vc) <math>f_{m,k}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>Tracção // (vc) <math>f_{t,0,k}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>Tracção ⊥ (vc) <math>f_{t,90,k}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>Compr. // (vc) <math>f_{c,0,k}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>Comp. ⊥ (vc) <math>f_{c,90,k}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>Corte (vc) <math>f_{v,k}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>MOE // (vm) <math>E_{0,mean}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>MOE // (vc) <math>E_{0,05}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>MOE ⊥ (vm) <math>E_{90,mean}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>MOD <math>G_{mean}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</b>	<b>Massa Vol. (vm) <math>\rho_{mean}</math> [kg/m<sup>3</sup>]</b>	<b>Massa Vol. (vc) <math>\rho_k</math> [kg/m<sup>3</sup>]</b>
<b>PINHO BRAVO - Classe E</b>	Pinus pinaster	18	10,8	0,46	18	6,9	2	12000	8000	400	750	580	460
<b>PINHO BRAVO - Classe EE</b>	Pinus pinaster	35	21	0,49	24,7	7,3	3,4	14000	9380	460	870	610	490
<b>EN 338</b>	<b>C 18</b>	18	11	0,3	18	4,8	2,0	9000	6000	300	560	380	320

Classe E contemplada na norma europeia:

**EN 1912:2004 – Madeira estrutural – classes de qualidade –  
Classificação visual e por espécies**



Estrutura da cobertura, em lamelado-colado de pinho bravo  
Preço de referência 600€ / m<sup>3</sup> de madeira



Estruturas decorativas em pinho bravo escurecido. Lamelado colado fabricado em Portugal



Reaparecimento de nichos na indústria naval de recreio,  
com base em novas tecnologias:  
ripados, contraplacados colas epoxídicas, etc.



Contraplacados  
de pinho ou  
eucalipto


1ª. Ameaça - Diminuição da Qualidade

2ª. Ameaça - FOGO



LNEG

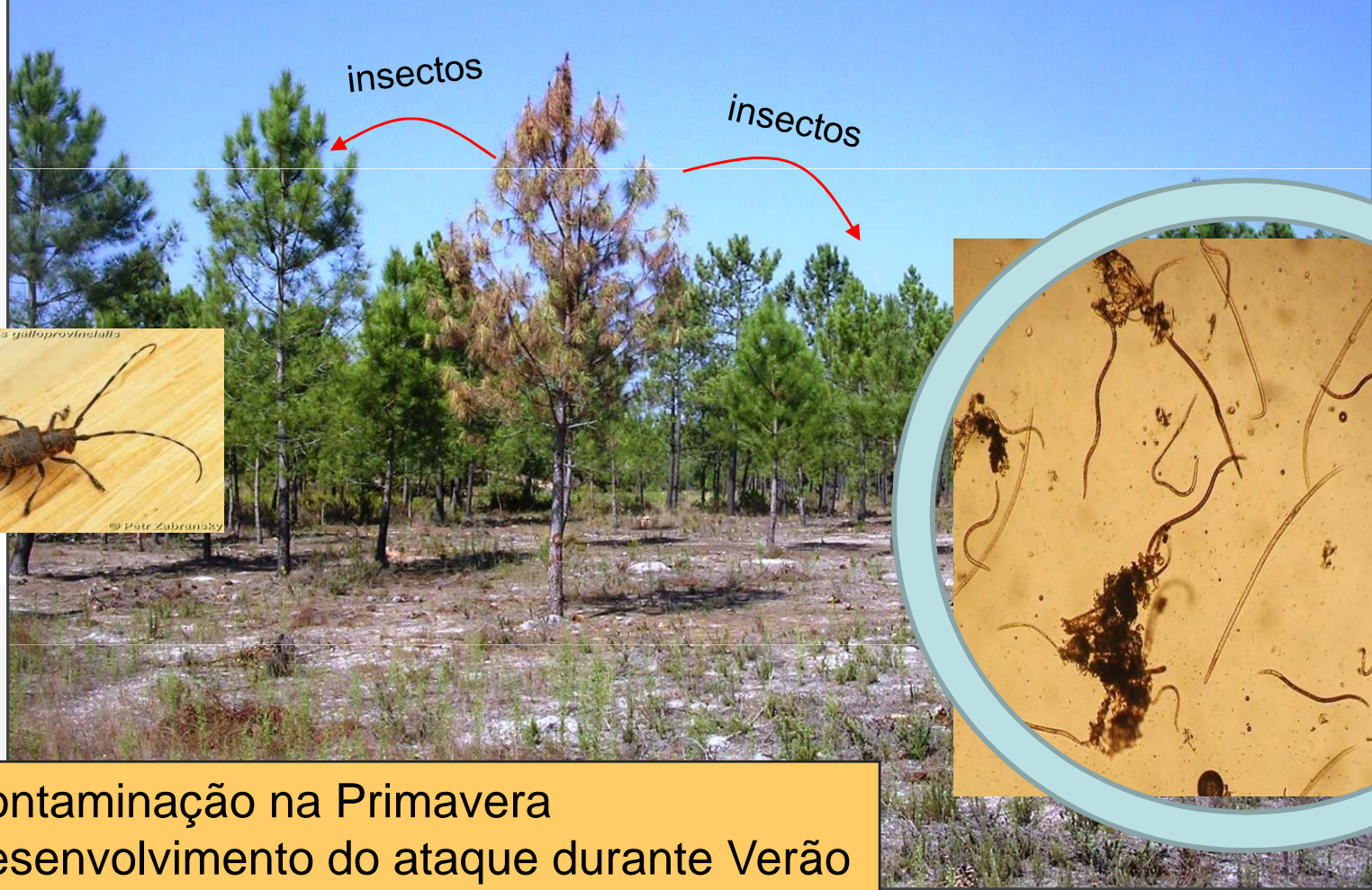




Não se consegue  
pegar fogo a um  
pinheiro com **uma  
caixa de fósforos**

Consegue-se pegar  
fogo a uma floresta com  
**um único fósforo**

# Nemátodo da madeira do pinheiro - NMP



Contaminação na Primavera  
Desenvolvimento do ataque durante Verão  
Morte da árvore no Outono

# Norma Portuguesa

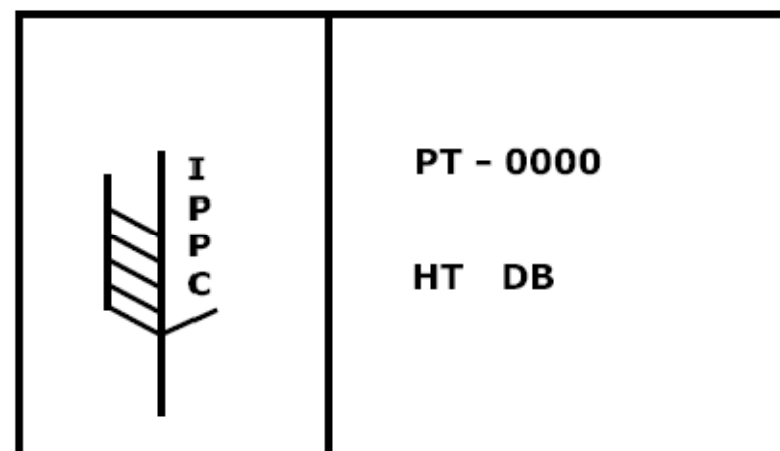
NP 4487  
2009

**Madeira serrada, paletes e outras embalagens de Resinosas**  
**Tratamento fitossanitário pelo calor para eliminação do nemátodo da madeira do pinheiro (*Bursaphelenchus xylophilus*)**

Bois scié, palettes et d'autres emballages de Résineux  
Traitement fitosanitaire à la chaleur pour l'élimination du nématode du pin  
(*Bursaphelenchus xylophilus*)

Softwood sawn timber, pallets and other packages  
Phytosanitary heat treatment for the elimination of the pinewood nematode  
(*Bursaphelenchus xylophilus*)

Exemplo de  
Marcação



## O que foi dito em 1986 1º Congresso Florestal

Albino de Carvalho – Pinheiro bravo, harmonização silvo industrial inadiável

*“O pinho bravo foi como uma invasora sobre os carvalhos e castanheiros”*

*“Pensaram muitos que tinha chegado a solução para a floresta portuguesa.  
Plantou-se o pinheiro indiscriminadamente...”*

*“Viu-se o pinheiro bravo mais tarde ameaçado pelo eucalipto”*

*“... Este é que era a solução para a produtividade florestal”*

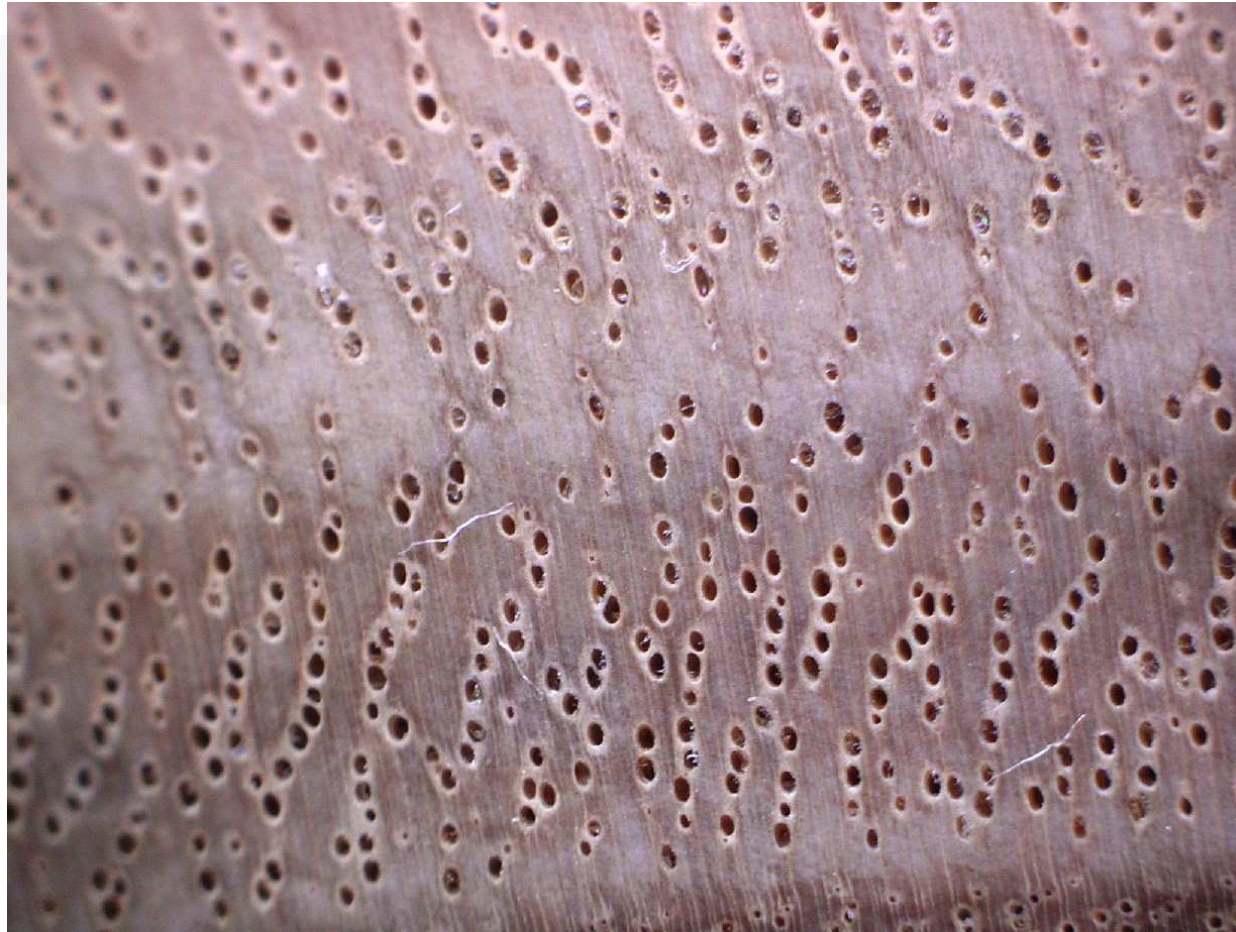
*“chegou assim o eucalipto a todo o lado”.*

*“ ... necessidade de promover a produção da madeira de pinheiro de qualidade,  
para utilização estrutural e na construção, em detrimento da indústria de  
trituração ...”*

*Homenagem a Albino de Carvalho*



# Eucalipto



© J A Santos

Bosque de  
de Eucaliptos,  
com 35 anos  
(Galiza)



- **Madeira de rápido crescimento**
- **Madeira cor clara e com poucos nós**
- **Elevado valor estético**
- **Boas propriedades mecânicas**

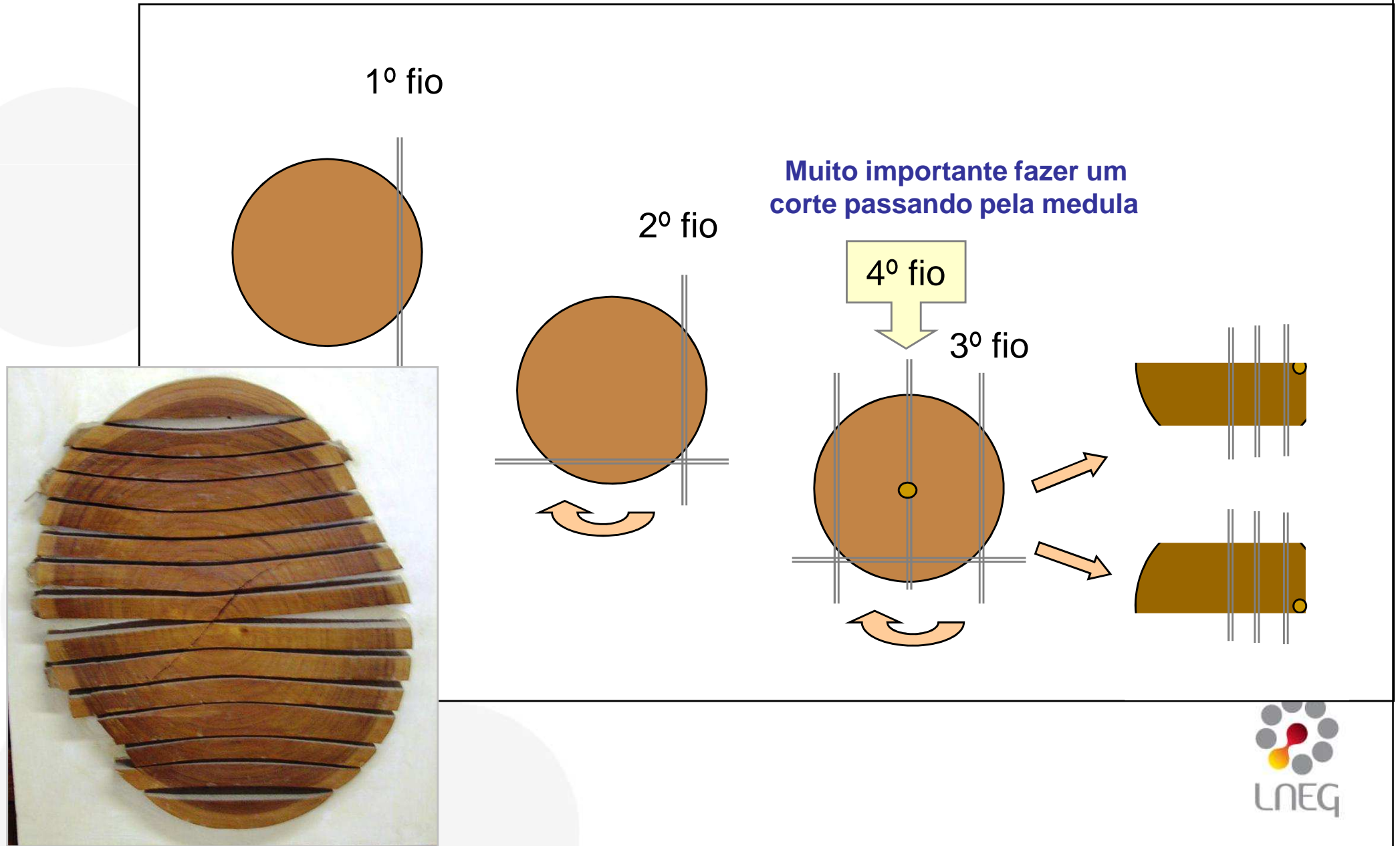
# Transformação

Descasque fácil após o abate, mas não aconselhado, por se tornar extremamente escorregadio, dificultando manuseamento.



# Operação de serragem

Optimização do número de rotações (toros  $\varnothing \geq 30$  cm)



Secagem difícil e demorada.

É a operação mais fundamental para a sua transformação para madeira de qualidade



Topos protegidos,  
etc...

## Aspecto visual / decorativo / qualidade dos cortes radial e tangencial

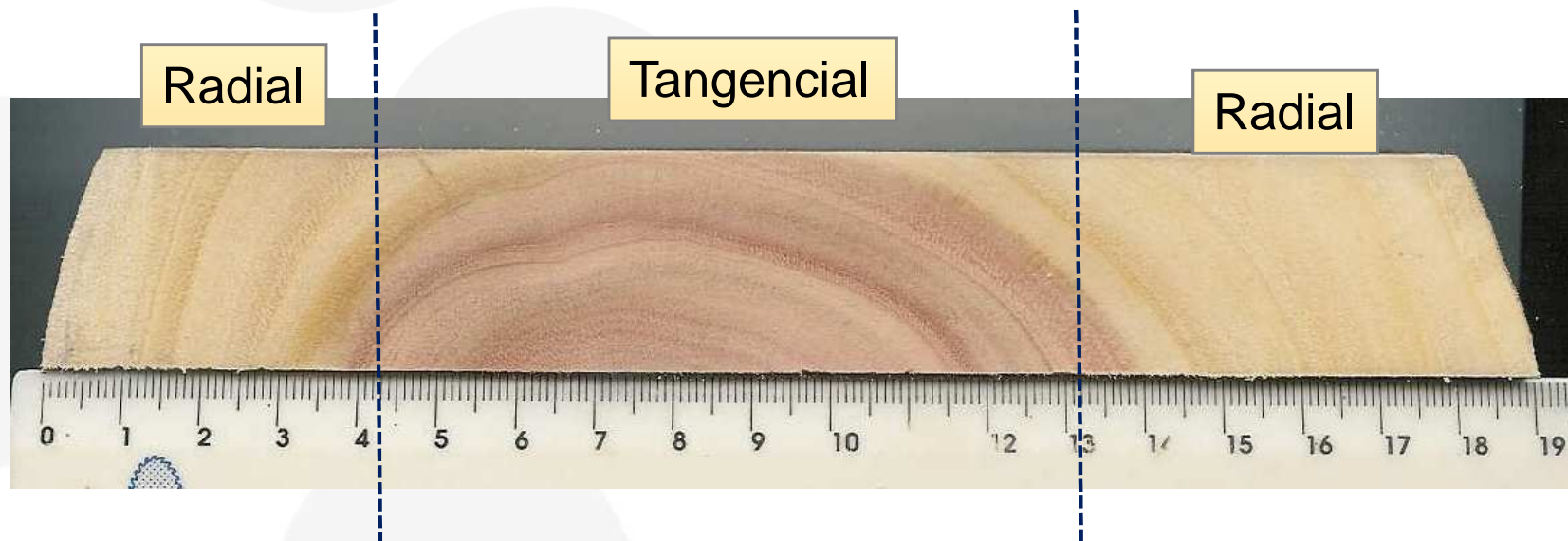
Vantagens relativas de cada padrão de serragem

### Radial:

- menores retracções durante a secagem
- menores empenos durante a secagem
- menor probabilidade de fendas internas

### Tangencial:

- desenho mais uniforme das superfícies
- melhor qualidade das superfícies no aplainamento



- **Eucalipto para estruturas**

Norma EN 1912:2004 + A2:2008 Madeira para estruturas. Classes de resistência. Atribuição de classes de qualidade e espécies.

Passou a ser incluído no anexo A2, a madeira de eucalipto de Espanha (globulus), como madeira para estruturas.

Características mecânicas EN 338 (valores característicos para cálculo estrutural)

(Unidades MPa) Classes EN 338:2003	Eucalipto Classe D40	Pinho bravo Classe C18	Abeto Classe C14
Compressão paralela fibras	26 (máx. 65)	18 (máx. 60)	16 (máx. 45)
Módulo elasticidade flexão	9 400 (máx. 16 000)	6 000 (máx.12 500)	4 700 (máx.7 000)
Tensão ruptura flexão	40 (máx.125)	18 (máx.105)	14 (máx. 45)
Corte paralelo	3,8 (máx.18)	2 (máx.17,5)	1,7 (máx. )



## Anexo A

### Quadro 2 : Durabilidade natural e impregnabilidade de espécies Folhosas

Norma Europeia

EN 350-2

Nome científico	Nome comum	Origem	Massa volúmica / Intervalo de massa volúmica a 12% (m/m) de teor em água (kg/m <sup>3</sup> )	Durabilidade natural			Impregnabilidade		Largura do borne	Obs .
				Fungos	<i>Anobium</i>	Térmitas	Cerne	Borne		
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	P: Eucalipto O: Southern Blue Gum	Austrália Cultivado na Europa	700-750-800	3	N / D	S	3	1	p	

Cerne medianamente durável

Borne susceptível

Informação não disponível

Cerne susceptível

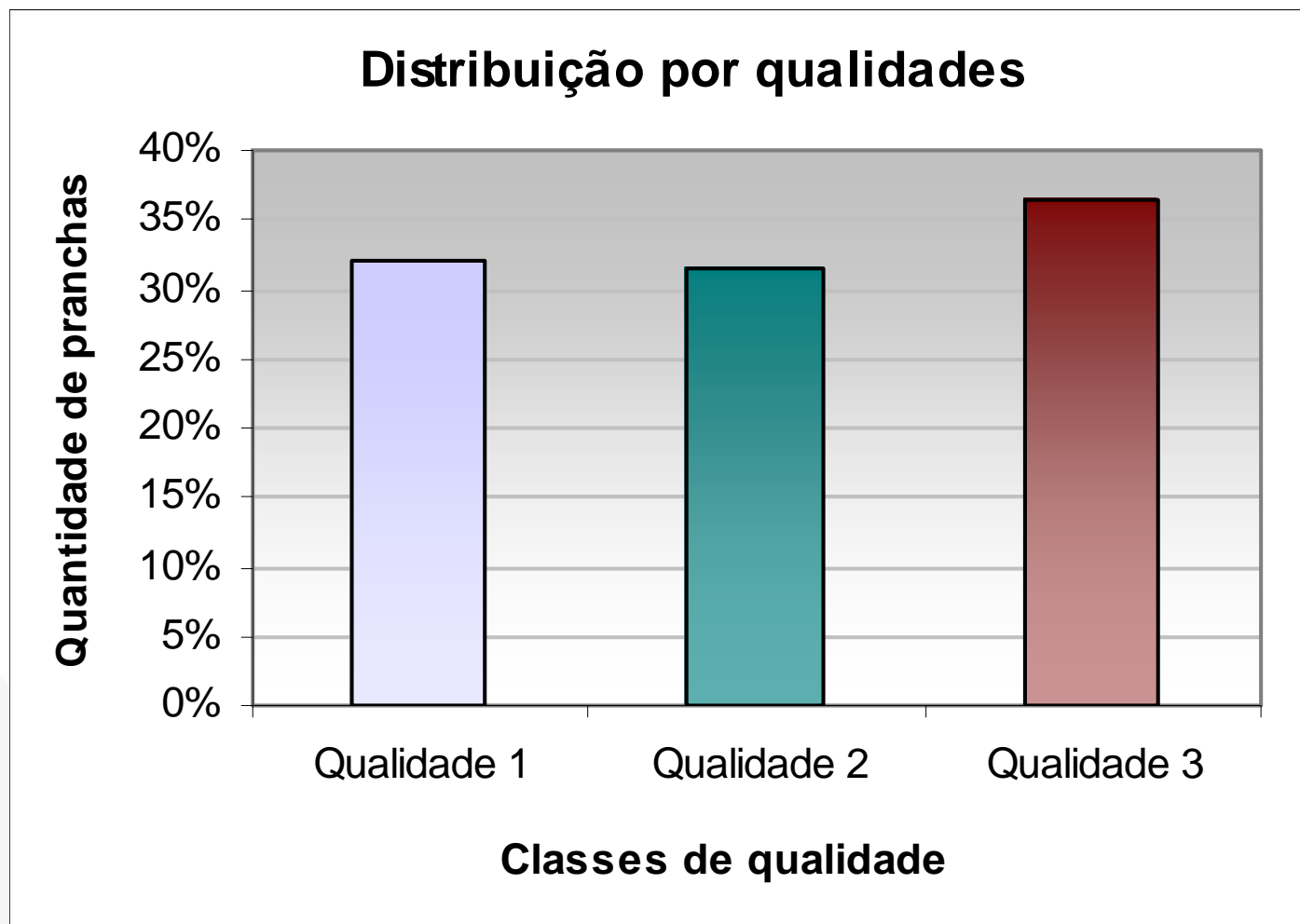
Cerne não impregnável

Borne facilmente impregnável

Pequeno

# Qualidade de pranchas

Estudo a decorrer após secagem



# Resumo da serragem

- A serragem pode e deve ser feita com a madeira o mais saturada em água possível;
- Serragem sem necessidade de descasque prévio;
- Serragem fácil com serras sem dente especial;
- Quase total ausência de deformações.



## Recomendações para maximizar a estabilidade dimensional do eucalipto no produto final

- Madeira de retracções e inchamentos elevados, mas como é muito densa demora bastante tempo até atingir as novas condições de equilíbrio, o que corresponde a uma estabilidade elevada às variações rápidas de condições ambientais.
- Para minorar os problemas do movimento da madeira é necessário conceber zonas de libertação do movimento.

# Produtos finais

- pavimentos (soalhos e decks)
- componentes para a construção
- contraplacados estruturais
- vigotas lameladas coladas
- carpintarias para a construção (aros, portas, etc.)

- Eucalipto em pavimentos compostos
  - folha de eucalipto sobre contraplacado



Cortesia: ENCE – Navia, Espanha

- Soalho maciço macheado



Cortesia: ENCE – Navia, Espanha

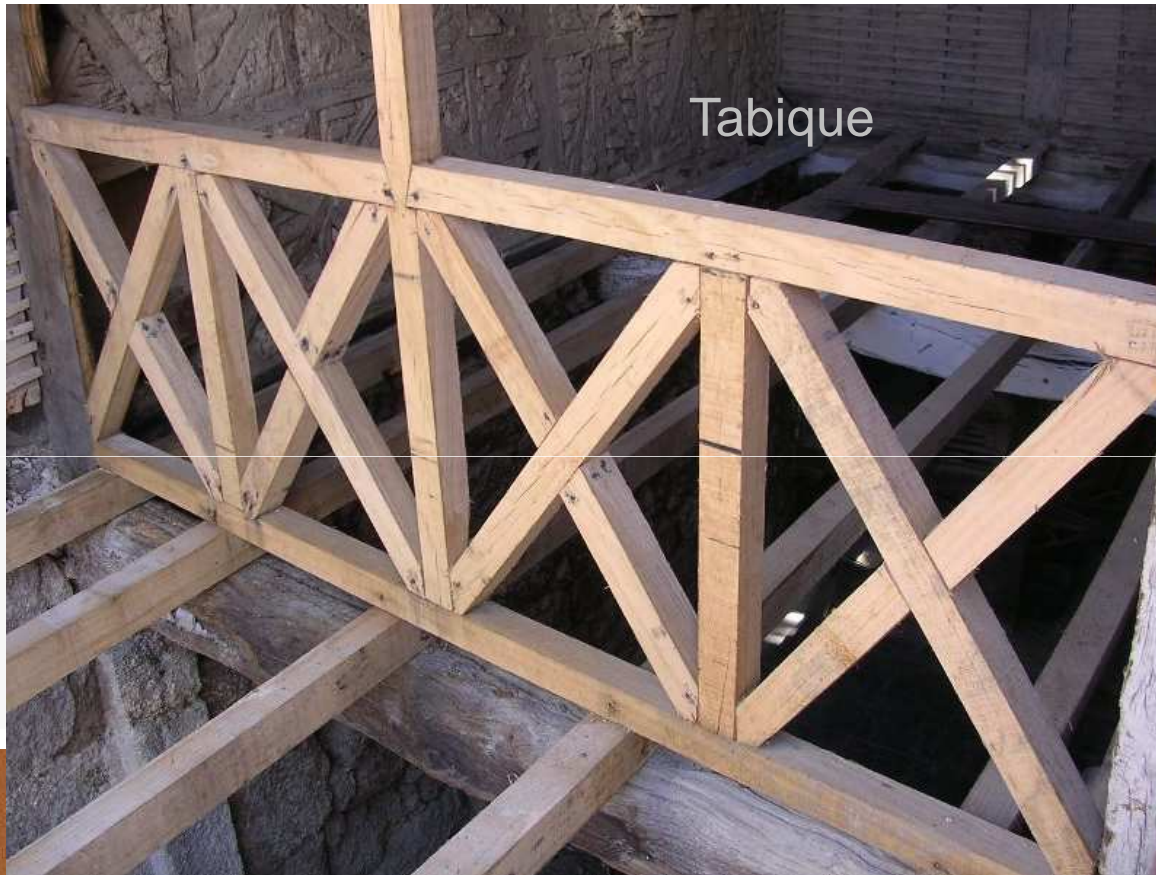
- Decks com acabamento tipo ipê



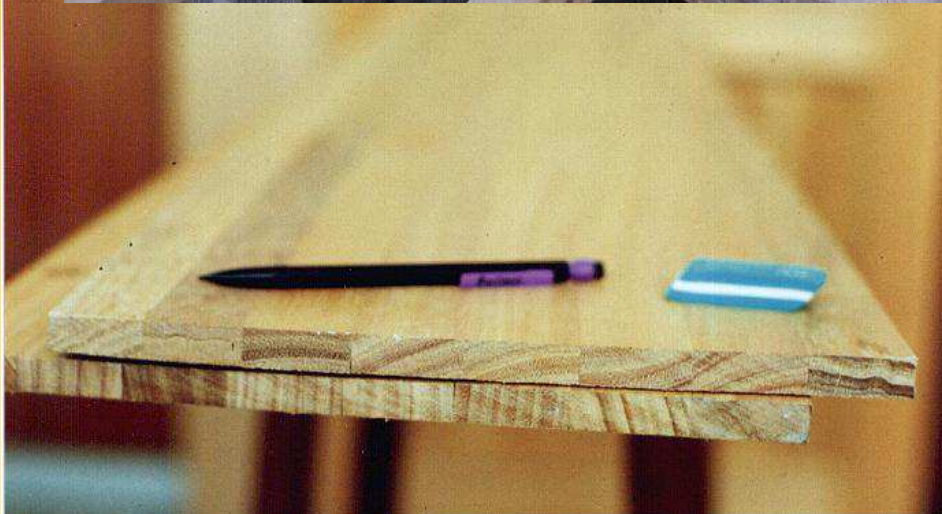
Amostras de madeira do projecto PRAI, fabricadas na empresa ICOMATRO, acabamento ecológico desenvolvido no INETI.

# Revestimento de piso

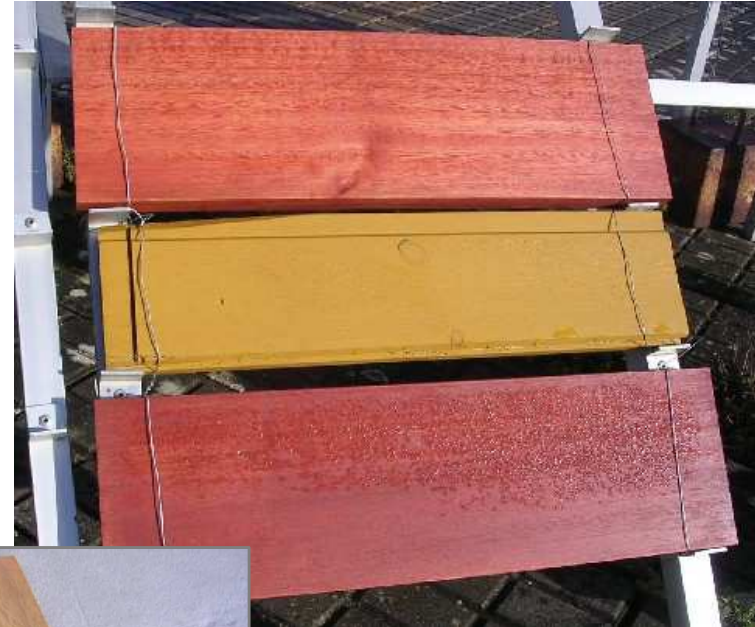




Componentes  
especiais,  
reabilitação,  
painéis maciços,  
etc.



- Ensaio de aplicação de cores e acabamentos



Ensaio a decorrer

- Preços comercialização do Eucalipto

*Madeira em toro*

Eucalipto para celulose → 57 € / ton (s/c) ≈ 57 € / m<sup>3</sup>

Eucalipto de qualidade para madeira serrada ≈ 100 € / m<sup>3</sup>

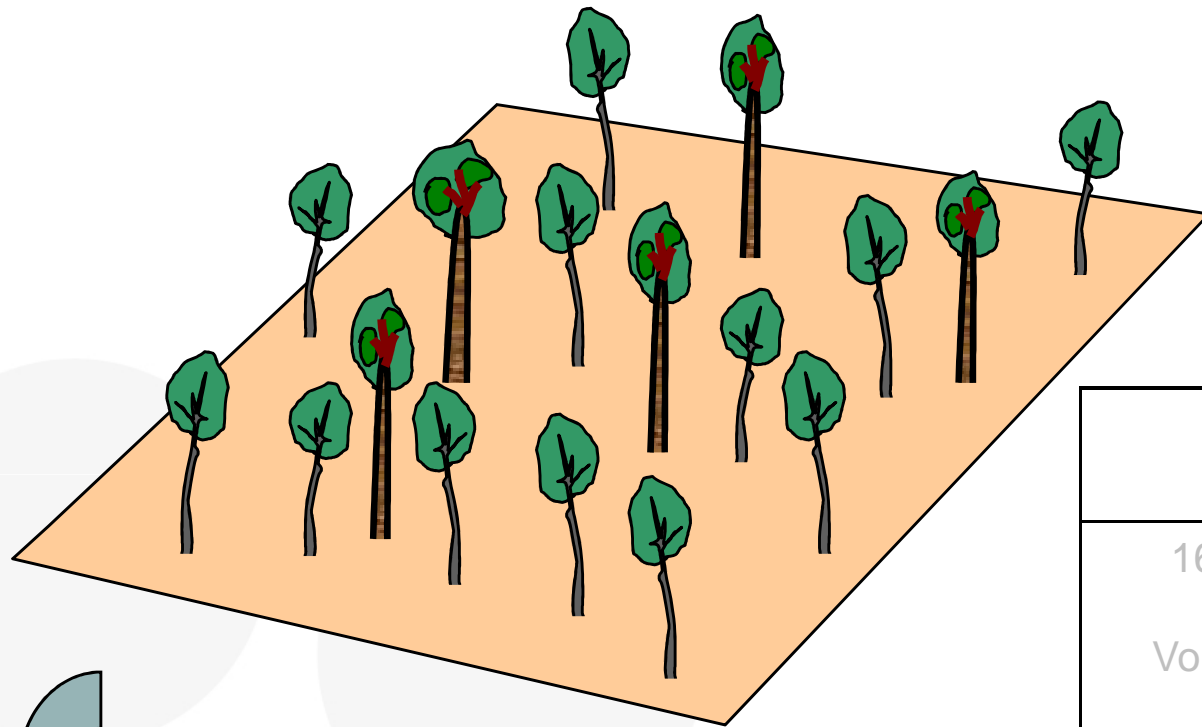
*Produto finais*

Ex. Soalho → 15 a 35 € / m<sup>2</sup> (pinho / carvalho)

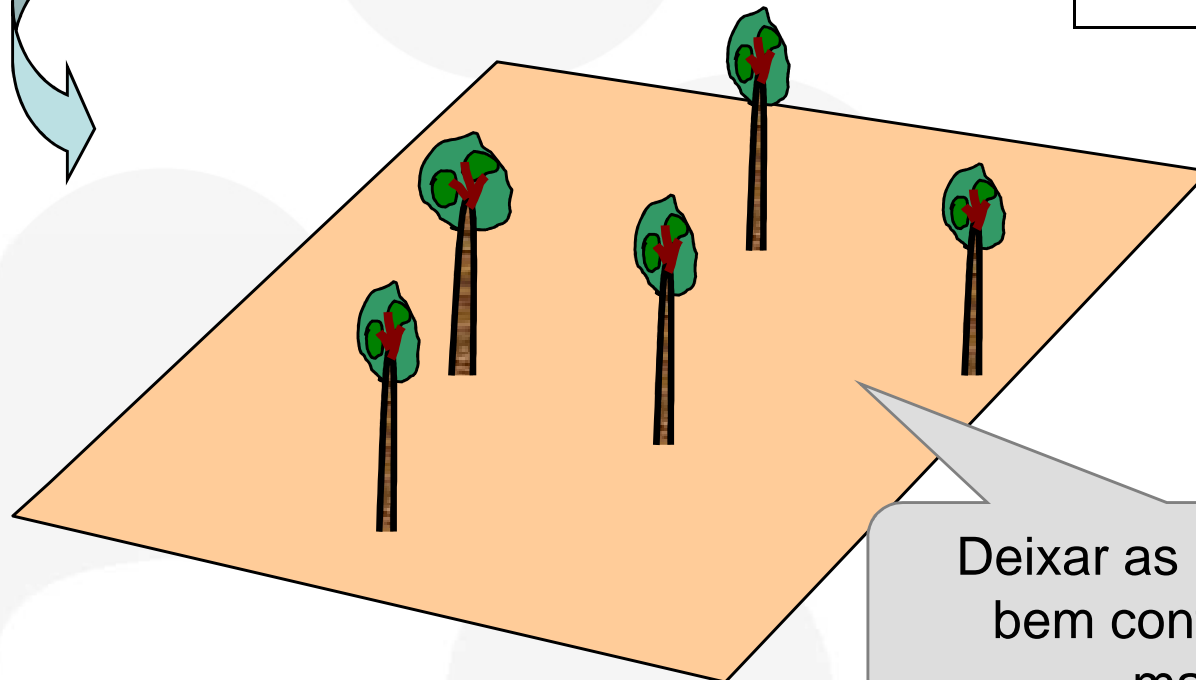
→ ≈ 600 a 1400 € / m<sup>3</sup>



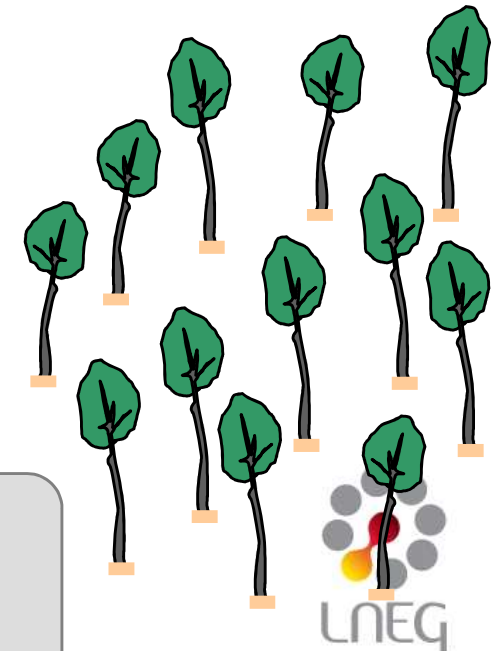
1 hectare após 12 anos



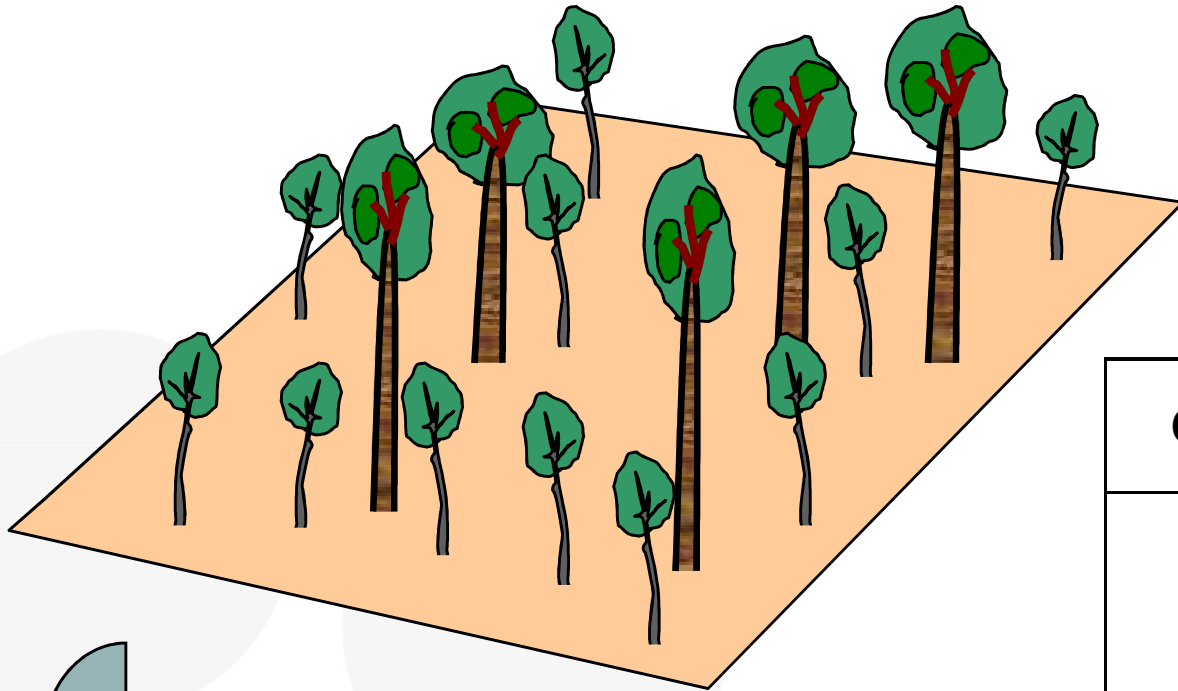
Corte raso	Corte seleccionado
1600 árvores por hectare Volume de Rolaria <b>245 m<sup>3</sup></b>	Volume de Rolaria <b>215 m<sup>3</sup></b>



Deixar as árvores mais bem conformadas e maiores



1 hectare após 24 anos

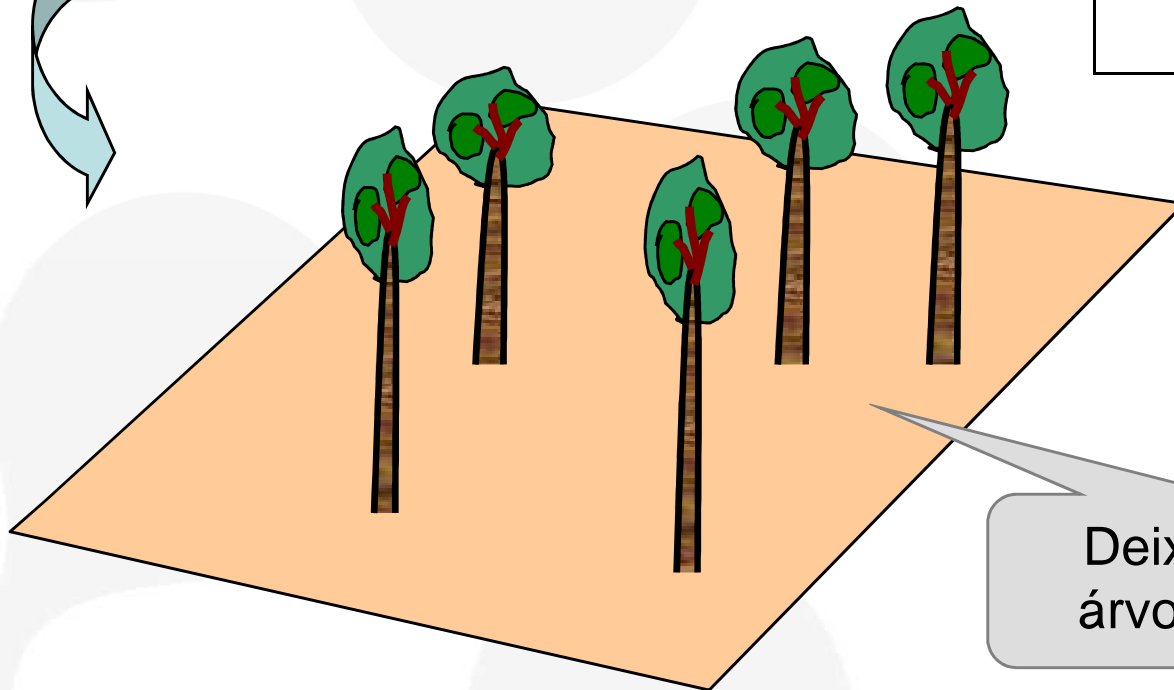


**Corte raso novo**

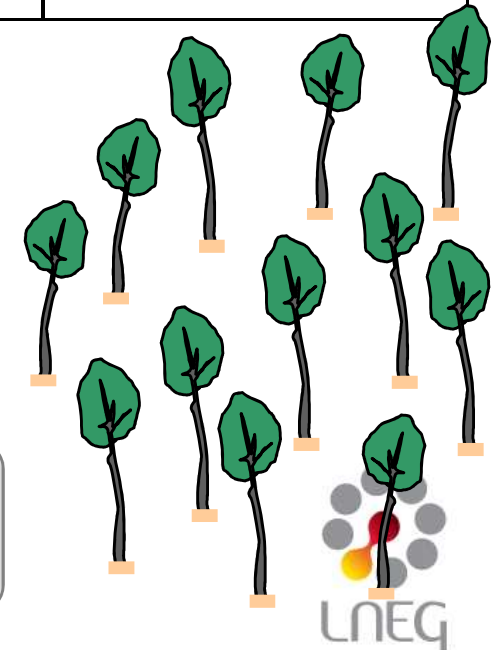
1600 árvores por hectare  
Volume de Rolaria  
**245 m<sup>3</sup>**

**Corte seleccionado**

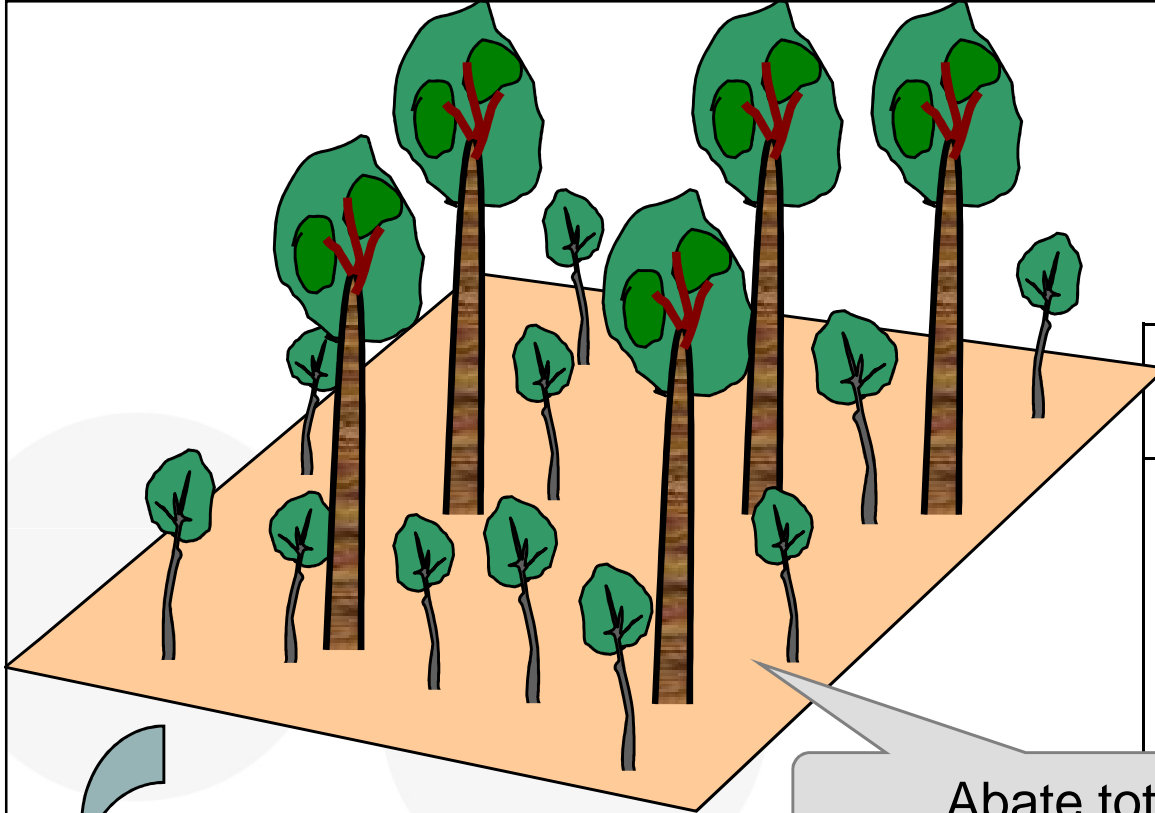
Volume de Rolaria  
**210 m<sup>3</sup>**



Deixar ainda as árvores maiores



1 hectare após 36 anos



**Corte raso novo**

**Corte seleccionado**

1600 árvores por hectare  
Volume de Rolaria  
**245 m<sup>3</sup>**

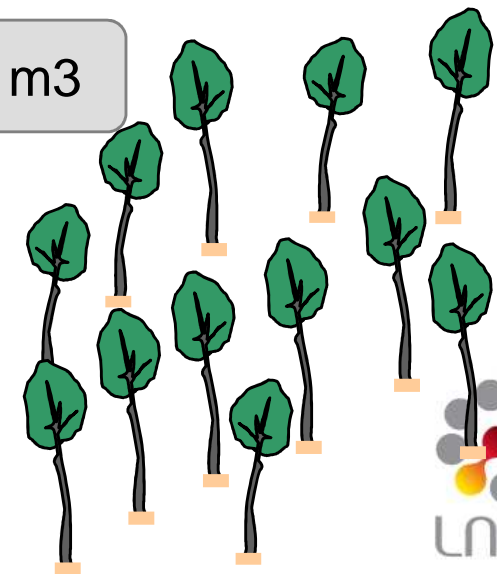
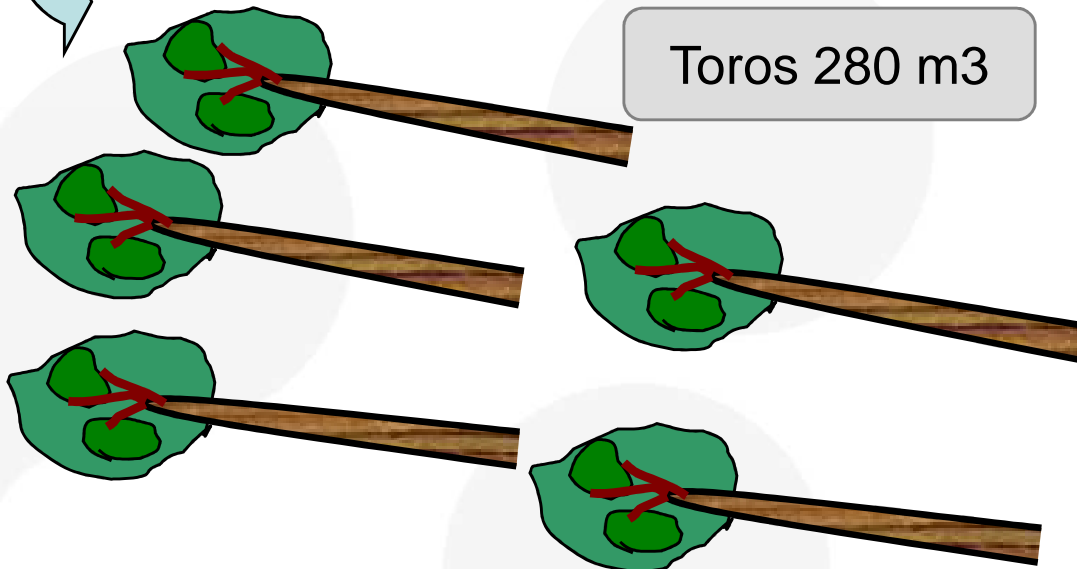
Volume de Rolaria  
**200 m<sup>3</sup>**

Toros para Serração  
**280 m<sup>3</sup>**

Abate total

Toros 280 m<sup>3</sup>

Rolaria 215 m<sup>3</sup>



# Carvalhos



- Serragem do Carvalho negral



J A Santos

# Protótipos de mobiliário



Fabricado por Celso & Filhos

# Protótipos de mobiliário



Fabricado por Celso & Filhos

# Protótipo de janela tipo Europeu



Fabricado por Celso & Filhos

**Muito carvalho de qualidade é abatido para produzir lenha**

# Nova regulamentação na construção

Normas harmonizadas

Normas de ensaio

Especificações de qualidade

Marcação CE



## Normas harmonizadas para madeira

### Revestimentos de piso

**EN 14342:2005+A1** - Pavimentos de madeira – Características, avaliação da conformidade e marcação

### Revestimentos de parede

**EN 14915:2006** - Lambris e painéis de madeira maciça – Características, avaliação da conformidade e marcação

### Derivados da madeira

**EN 13986:2002** Wood-based panels for use in construction – Characteristics, evaluation of conformity and marking

## Normas harmonizadas para madeira

### Estruturas de madeira

**EN 14080:2005** - Timber structures - Glued laminated timber - Requirements

**EN 14081-1:2005** - Timber structures - Strength graded structural timber with rectangular cross section - Part 1: General requirements

**EN 14250:2004** - Timber structures - Product requirements for prefabricated structural members assembled with punched metal plate fasteners

**EN 14374:2004** – Timber Structures – Structural laminated veneer lumber – Requirements

**EN 14545:2008** – Timber structures – Connectors – Requirements

**EN 14592:** - Timber structures – Dowel-type fasteners - Requirements

## Algumas conclusões a reter

1. Há necessidade de produção de madeira de grande diâmetro e boa qualidade.
2. A madeira de pinho, eucalipto e carvalho de baixa qualidade e pequenas dimensões manterão em grande parte a sua disponibilidade.
3. Necessidade de tecnologia apropriada e conhecimentos de engenharia, em particular da secagem e acabamentos/conservação.
4. Fazer distinção de qualidade para definir o seu uso final, com oferta diferenciada de preços.
5. Promover a tecnologia e inovação na indústria da madeira.

6. A madeira é um material de que nunca houve nem se prevê que venha a haver excedentes
7. A madeira é um material com futuro
8. Necessidade de antecipar com muita antecedência as reservas de madeira de qualidade



**Certeza para o futuro:  
Em 2050 a madeira de  
qualidade terá bom  
valor comercial**



Obrigado pela atenção

