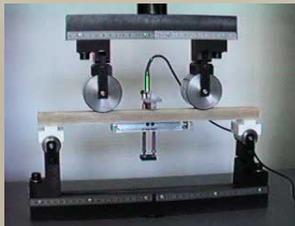
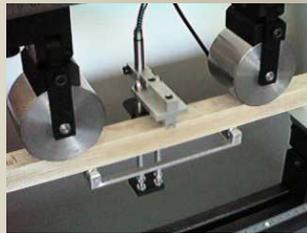
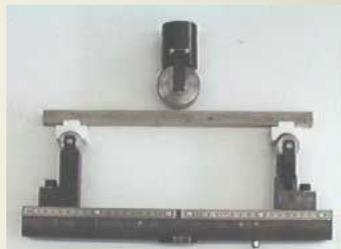
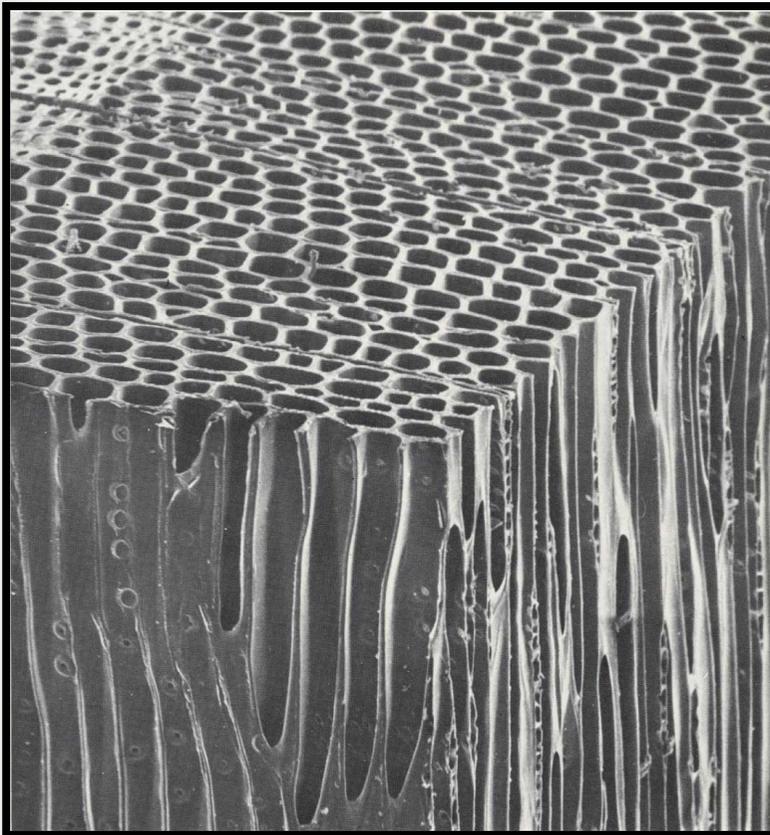


# Caracterização de Madeiras



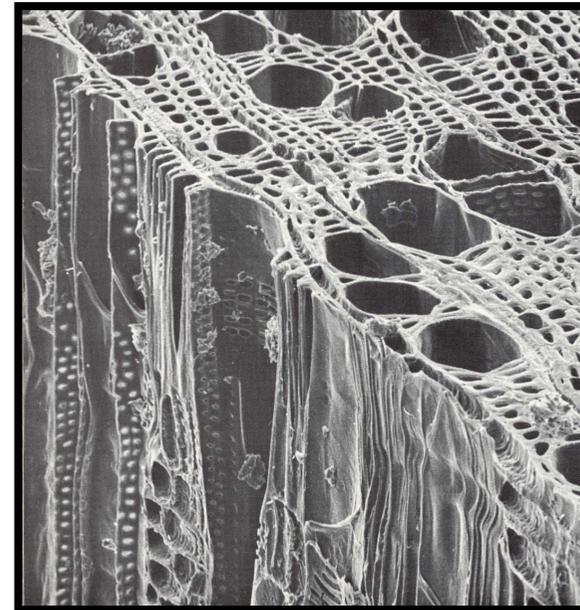
Propriedades Mecânicas

# Constituição anatómica da Madeira

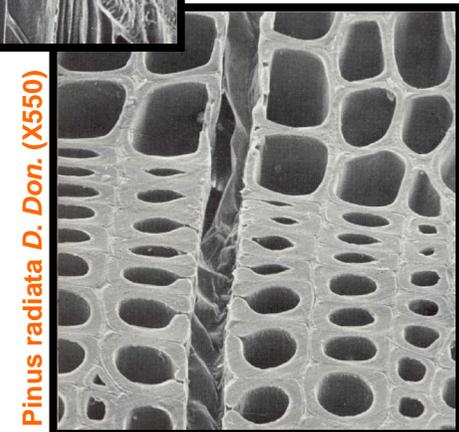


*Pinus radiata D. Don. (X230)*

B.A.Meylan & B.G.Butterfield  
"Three-dimensional Structure of Wood – A Scanning Electron Microscope Study"  
Syracuse University Press, 1972



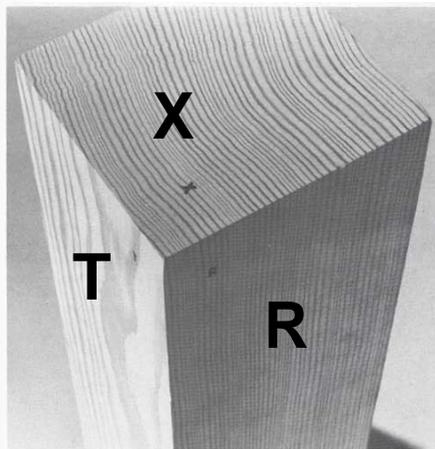
*Nothofagus fusca (X375)*



*Pinus radiata D. Don. (X550)*



# Madeira > material anisotrópico

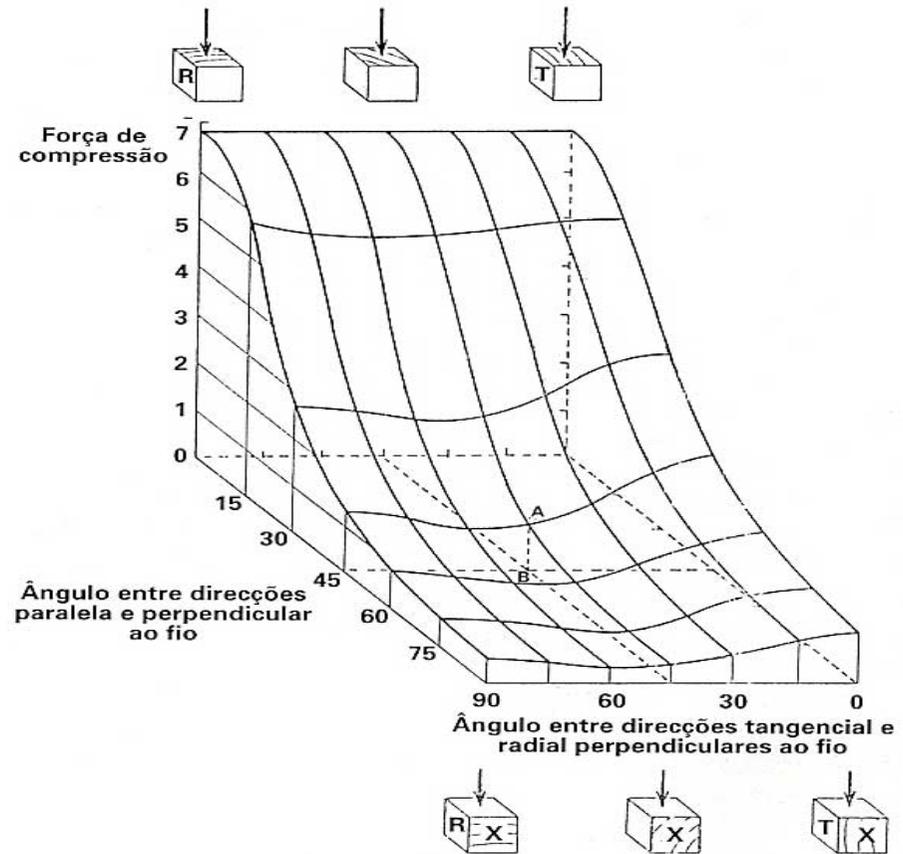


Planos de corte da madeira

**X** – transversal

**T** – tangencial

**R** – radial



Representação da anisotropia da madeira no ensaio de compressão: provetes de *Pinus sylvestris* L. A H=12%

*Albino de Carvalho*, "Madeiras Portuguesas", 1996

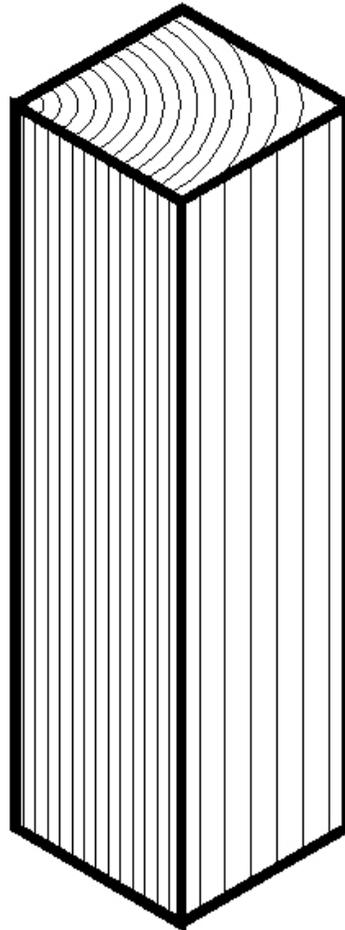
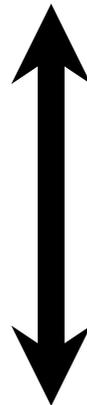


# Direcções p/ estudo mecânico

## COESÃO AXIAL

direcção paralela à  
fibra (ao fio) da madeira

- > **Compressão Paralela**
- > **Tracção Paralela**
- > **Flexão Estática**
- > **Flexão Dinâmica**



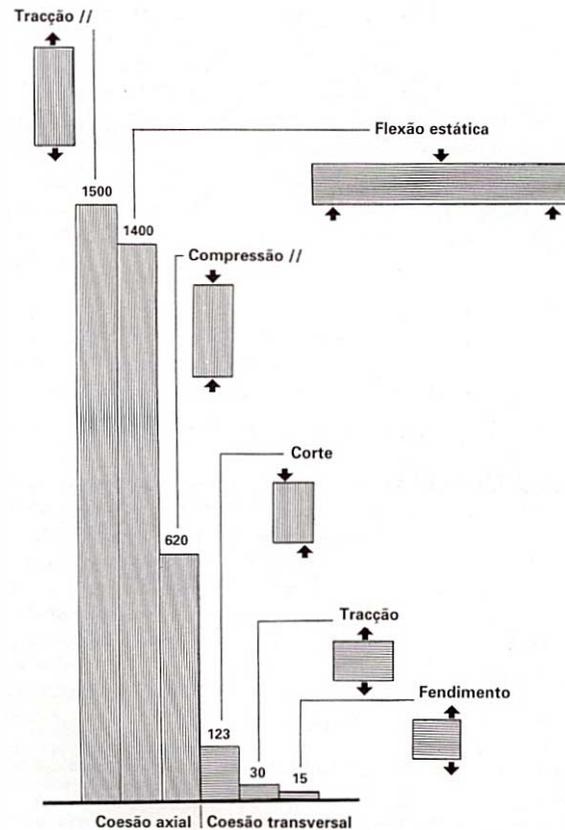
## COESÃO TRANSVERSAL

direcção perpendicular à  
fibra (ao fio) da madeira

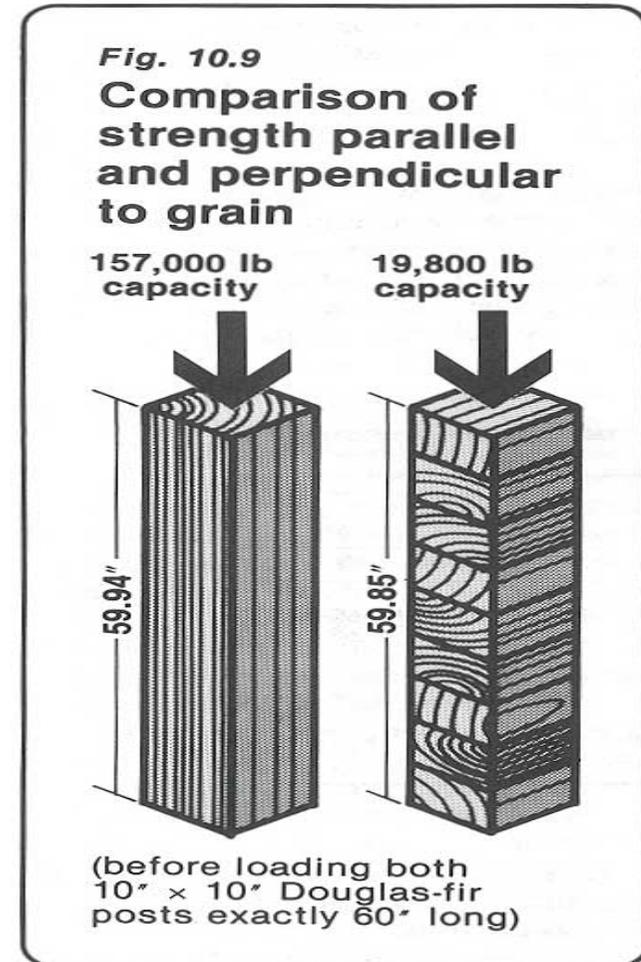
- > **Compressão Perpendicular**
- > **Tracção Perpendicular**
- > **Fendimento**
- > **Corte**



# Fissilidade



Albino de Carvalho, "Madeiras Portuguesas", 1996

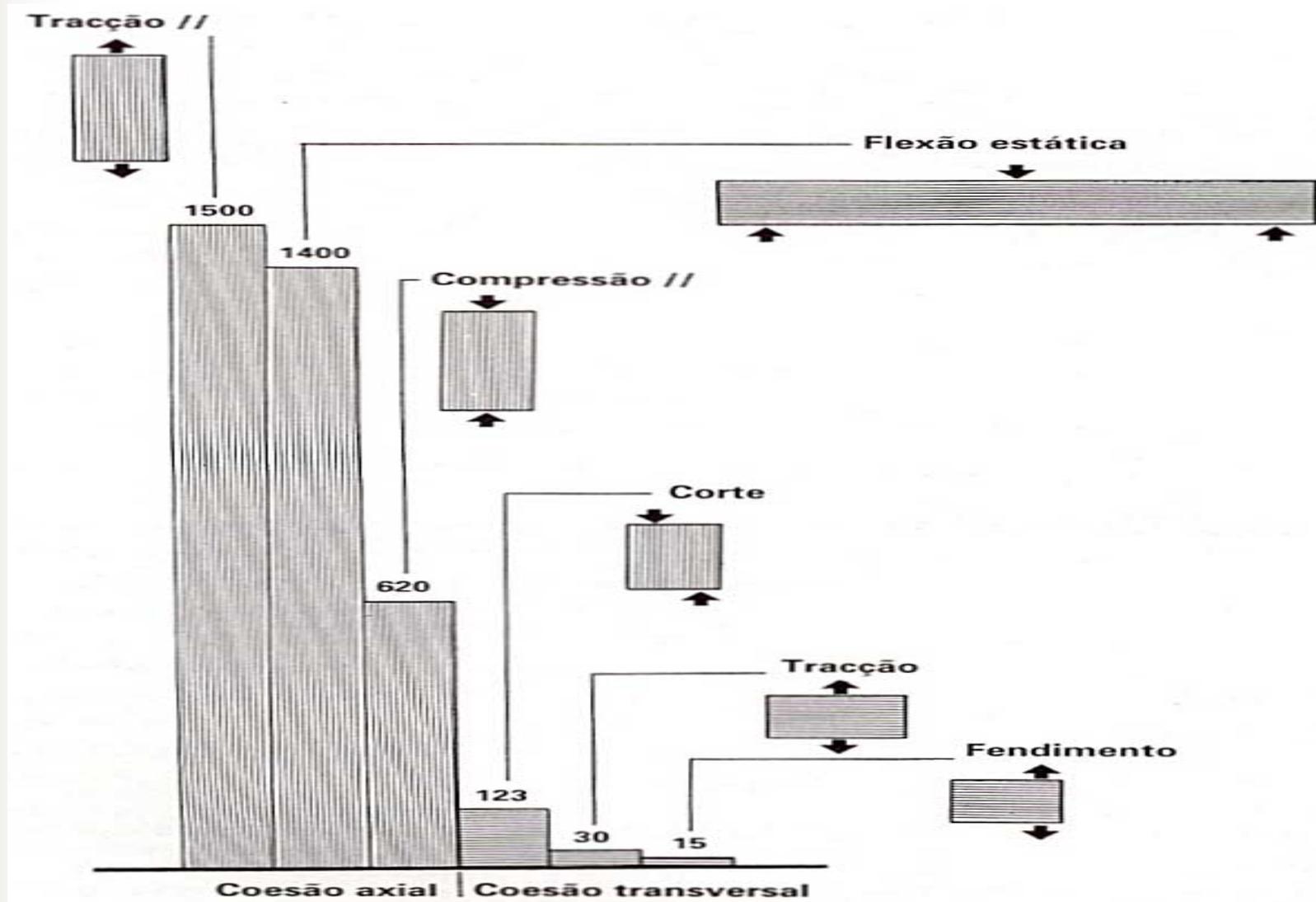


John G. Haygreen, Jim L. Bowyer

"Forest Products and Wood Science", 1996



## Propriedades Mecânicas da Madeira



Albino de Carvalho, "Madeiras Portuguesas", 1996



# Caracterização mecânica

- **resistência mecânica** – capacidade sustentação de cargas ou forças
- **resistência à deformação** – determina a proporção em que o material é comprimido, flectido ou distorcido sob o efeito da carga/força
  - deformação elástica (mudanças de forma instantâneas)
  - deformação reológica (depende do tempo de aplicação)



**MATERIAL VISCO-ELÁSTICO**



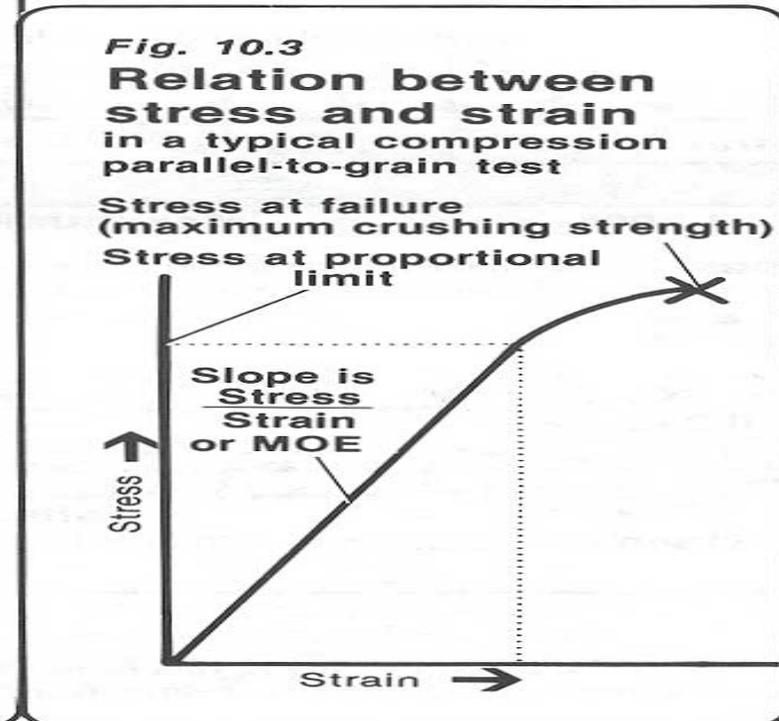
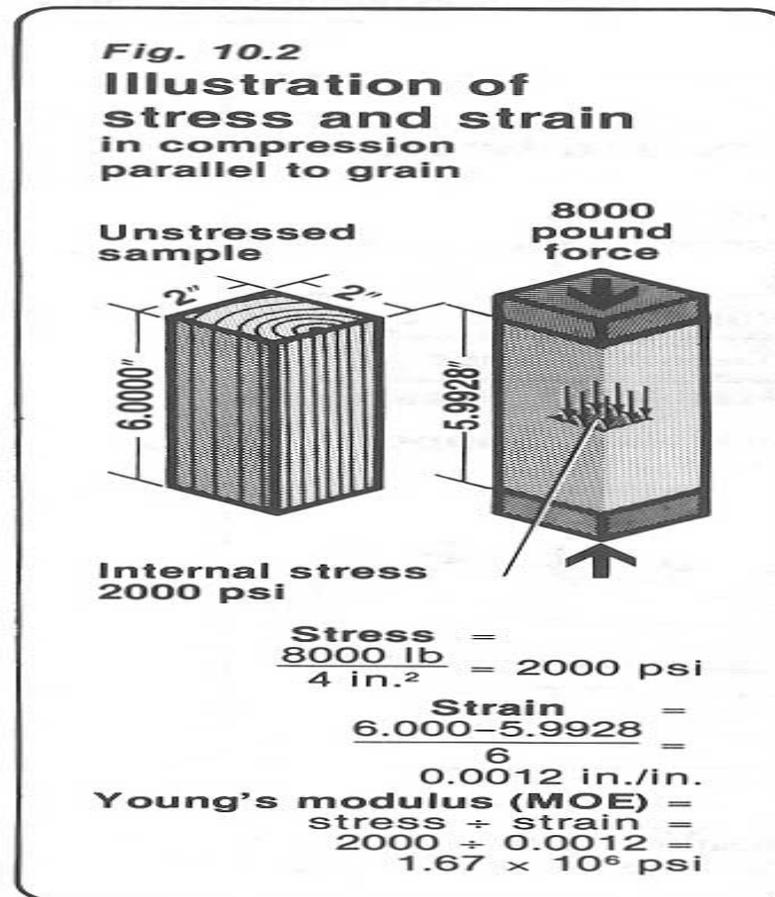
## Propriedades Mecânicas da Madeira

PROPRIEDADES	SITUAÇÕES DE DESEMPENHO DAS PEÇAS
<b>Propriedades resistentes</b>	
Resistência à flexão	Determina a carga que uma viga pode suportar
Resistência à compressão paralela ao fio da Madeira	Determine a carga que uma coluna ou um barrote pode suportar
Compressão perpendicular ao fio da madeira	Importante na definição das ligações entre elementos ou peças de madeira e nos apoios de uma viga numa construção
Resistência à tracção paralela ao fio da Madeira	Importante em tirantes, componentes de estruturas reconstituídas e definição de ligações entre elementos estruturais
Resistência ao corte paralelo ao fio da Madeira	Frequentemente determina a capacidade de carga de vigas curtas
Fragilidade	Medida da quantidade de trabalho desenvolvida em pequenas peças submetidas à flexão dinâmica
Resiliência	Medida da quantidade de energia absorvida quando uma peça é flectida dentro dos limites da sua elasticidade
Dureza de canto	Relativa à resistência à endentação, por exemplo em pavimentos
Tracção perpendicular ao fio da madeira	Importante na definição das ligações entre elementos de madeira numa construção
Trabalho para a carga máxima	Medida da energia absorvida por uma peça quando suavemente flectida
<b>Propriedades elásticas</b>	
Módulo de elasticidade	Medida da resistência à deformação por flexão, isto é, directamente relativa à rigidez de uma viga; também factor de resistência do uma coluna comprida
Módulo de elasticidade paralelo ao fio da madeira (Módulo de Young)	Medida da resistência à deformação por alongamento ou encurtamento de uma peça sob uniforme tracção ou compressão, respectivamente

*Albino de Carvalho, "Madeiras Portuguesas", 1996*



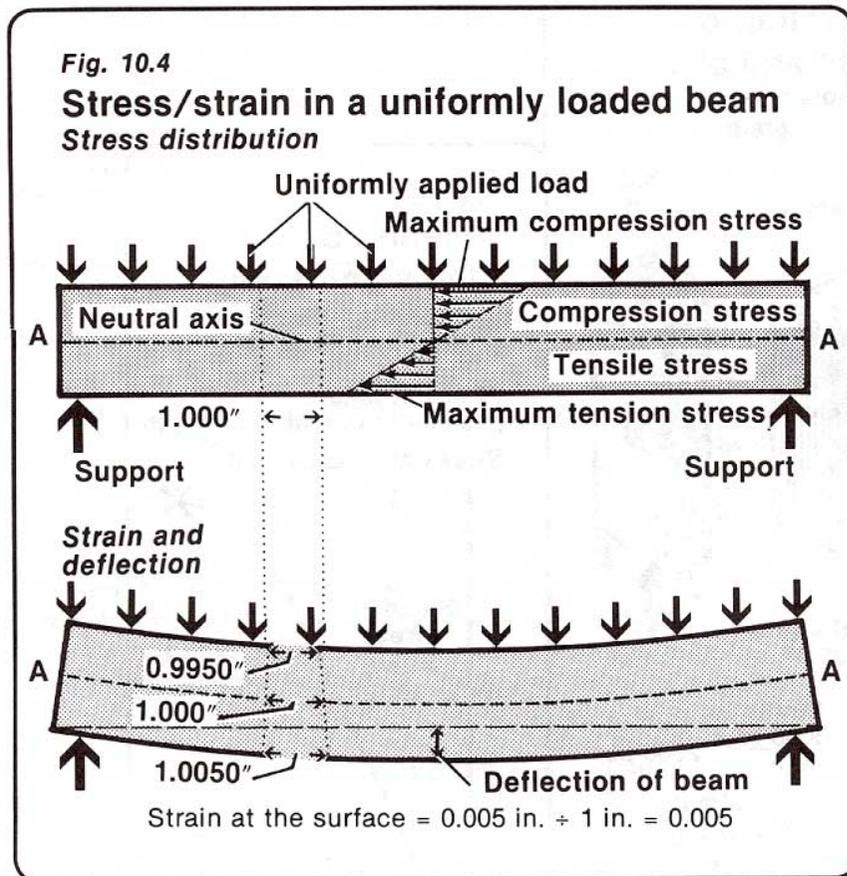
# TENSÃO - DEFORMAÇÃO



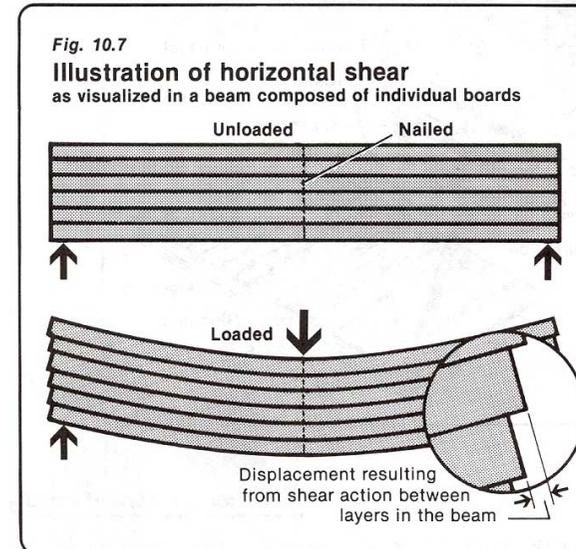
John G. Haygreen , Jim L. Bowyer, "Forest Products and Wood Science", 1996



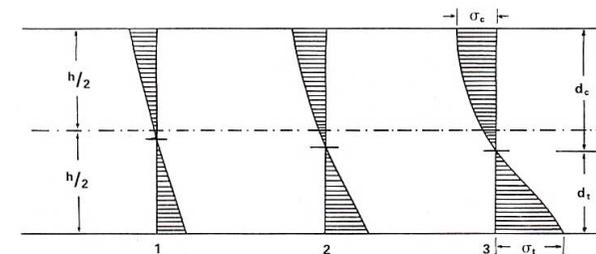
# Tensão-Deformação em Flexão



John G. Haygreen, Jim L. Bowyer, "Forest Products and Wood Science", 1996



John G. Haygreen, Jim L. Bowyer  
 "Forest Products and Wood Science", 1996



Diagramas da distribuição de tensões em viga sob flexão estática com o aumento da carga

Albino de Carvalho, "Madeiras Portuguesas", 1996



# Resistência viva da madeira

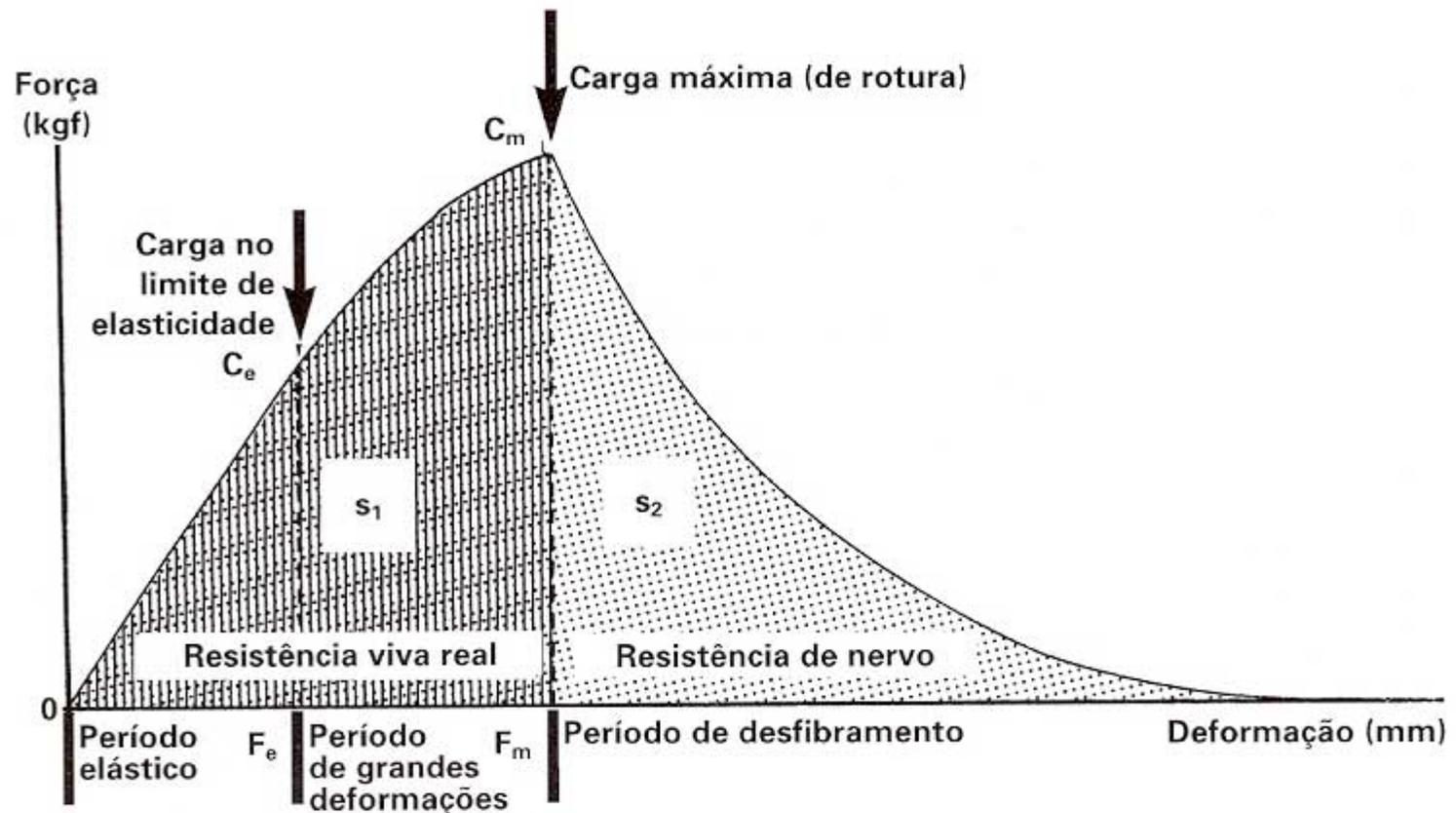


Diagrama força/deformação em ensaio de flexão estática

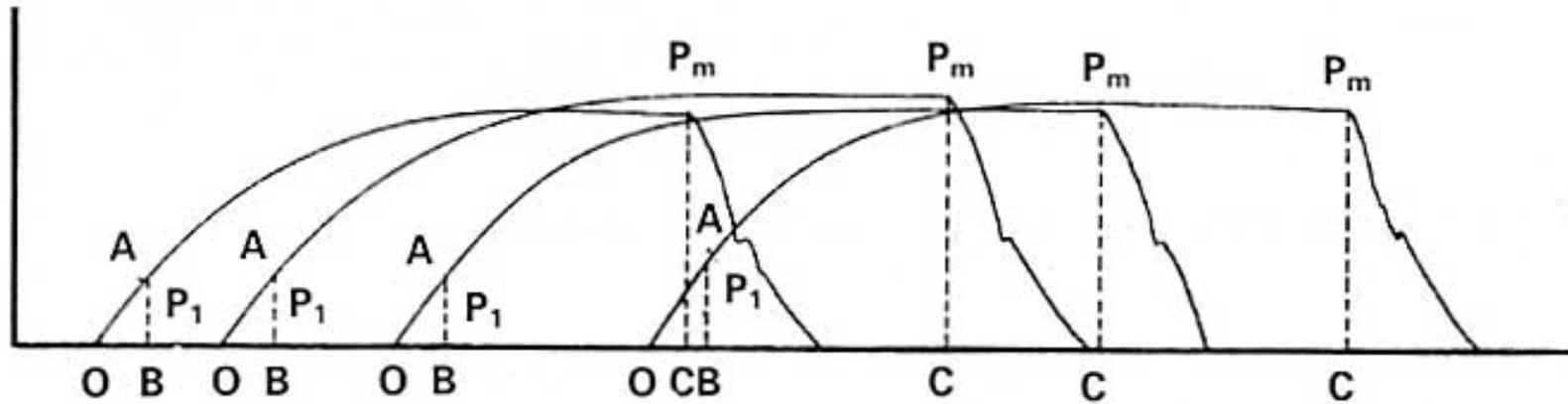
*Albino de Carvalho, "Madeiras Portuguesas", 1996*



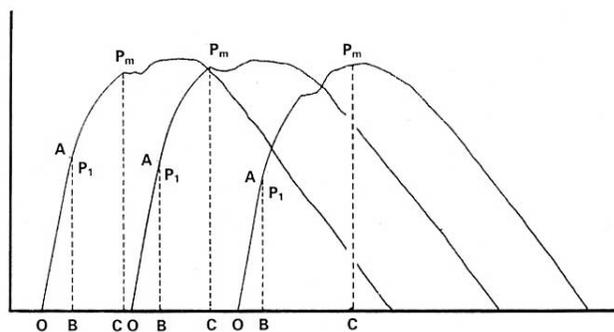
# Propriedades Mecânicas da Madeira

## exemplos resistência viva

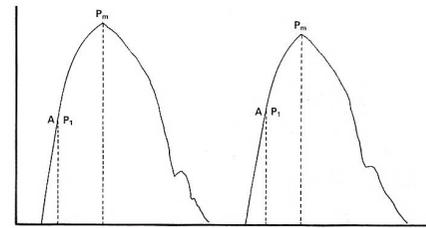
Albino de Carvalho, "Madeiras Portuguesas", 1996



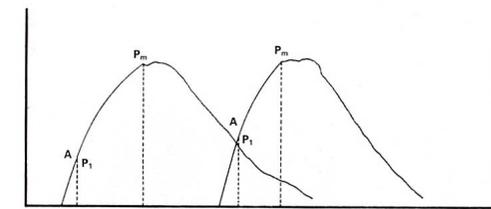
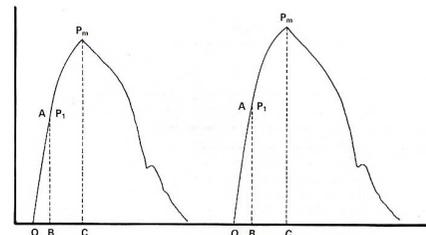
*Cupressus macrocarpa* Hartw.



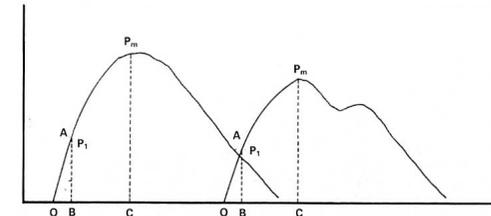
*Notalaea excelsa* W.B.



*Pinus pinaster* AIT.

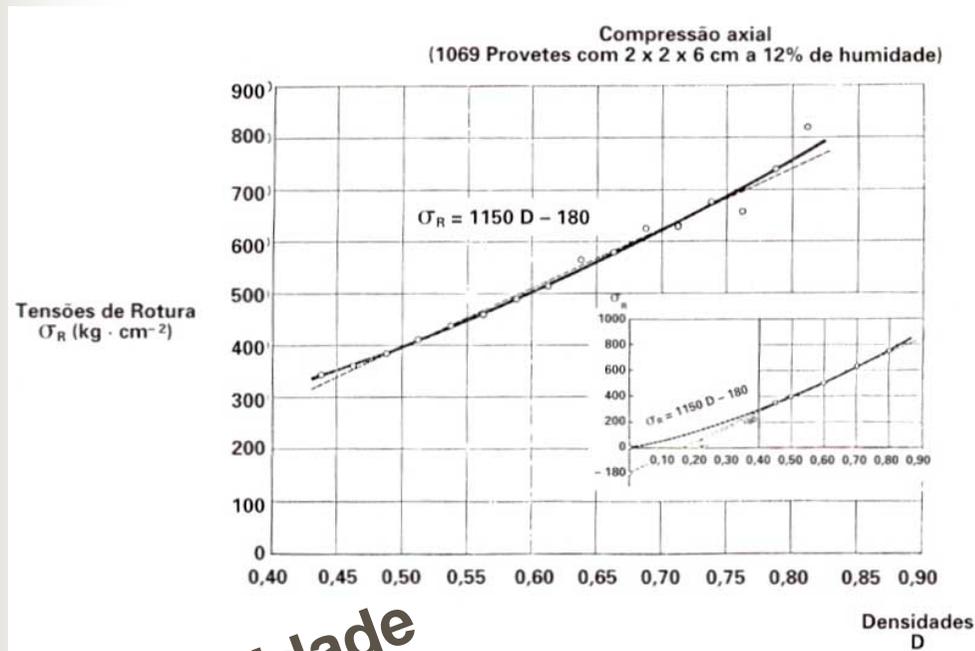


*Quercus suber* L.

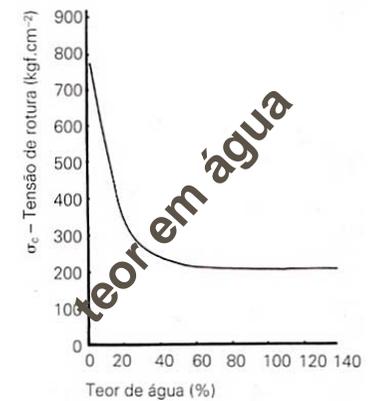
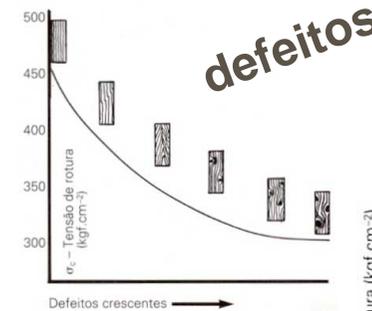


# Factores que influenciam o comportamento mecânico

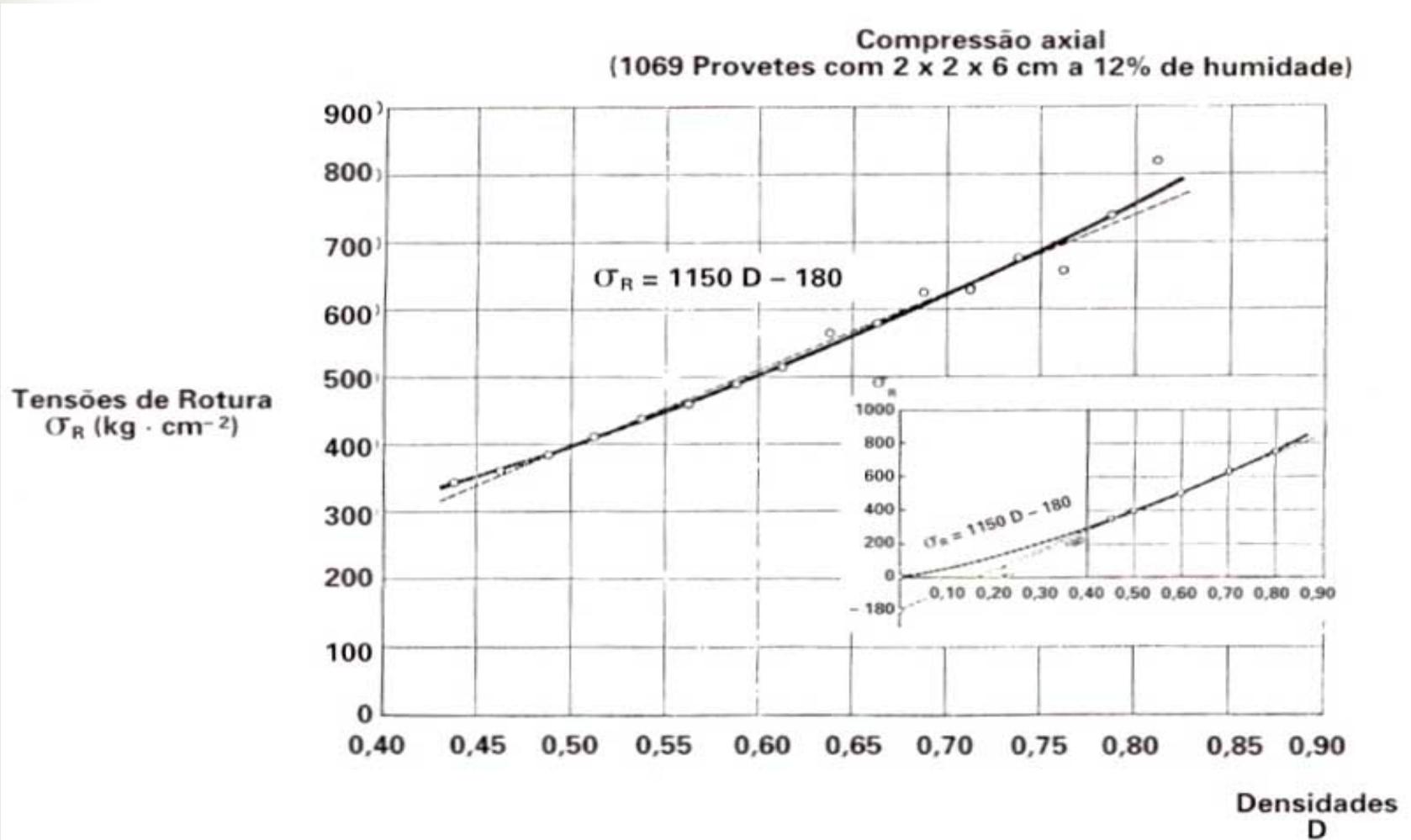
Albino de Carvalho, "Madeiras Portuguesas", 1996



densidade



## Propriedades Mecânicas da Madeira

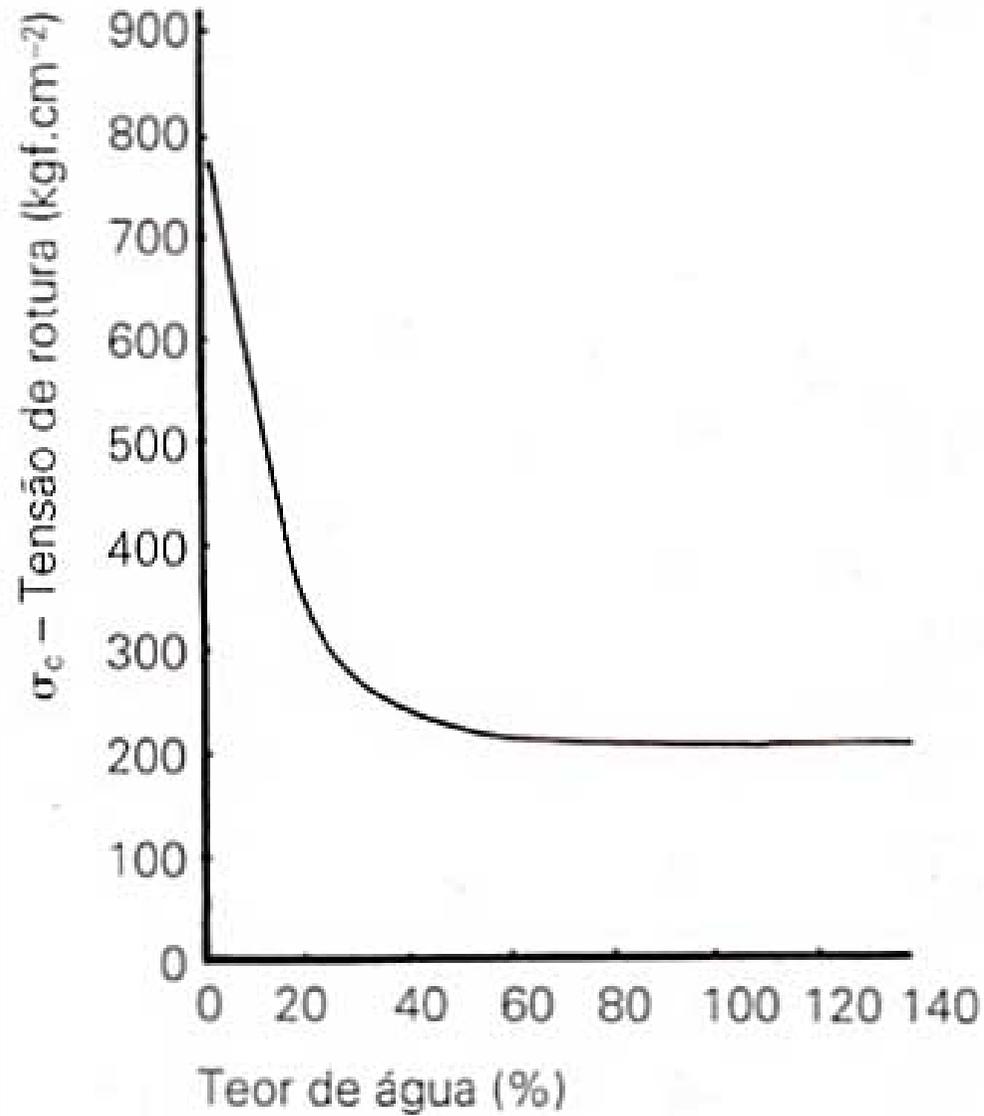


Curva média correspondente à relação entre tensão de rotura em compressão axial e as densidades. *Pinus sylvestris* L. A H=12% (Mata Nacional de Leiria)

*Albino de Carvalho*, "Madeiras Portuguesas", 1996



## Propriedades Mecânicas da Madeira



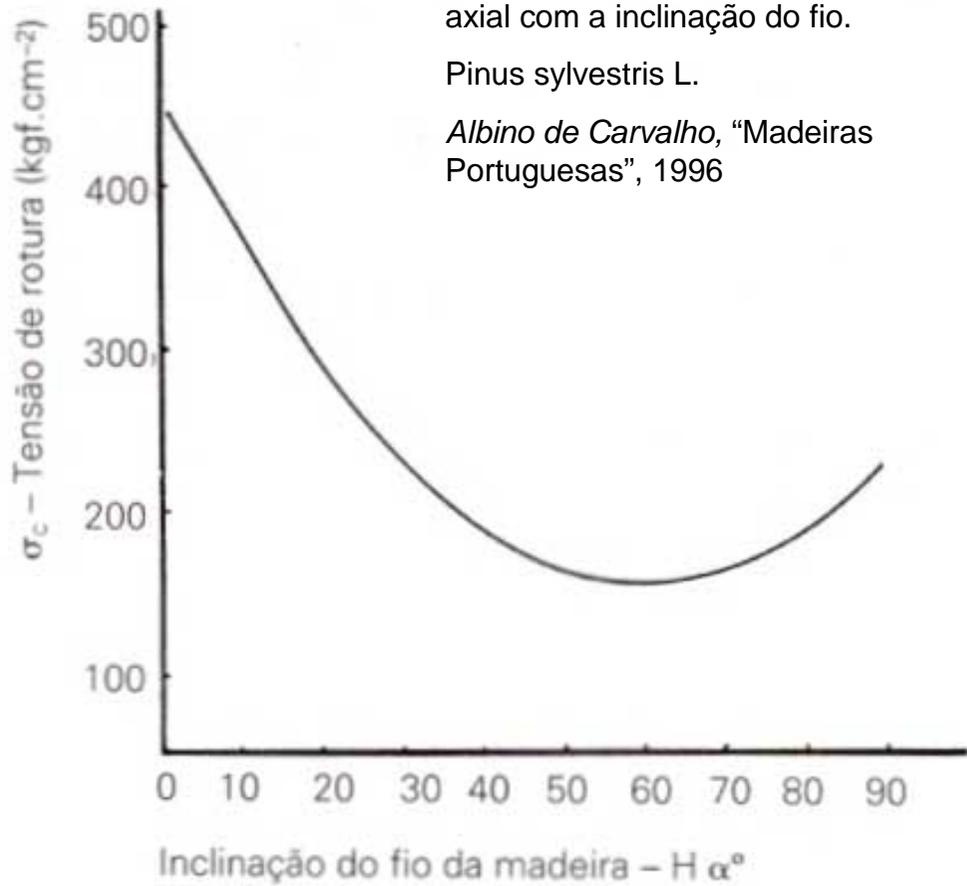
Variação da resistência à compressão axial com o teor de água.

*Pinus sylvestris* L.

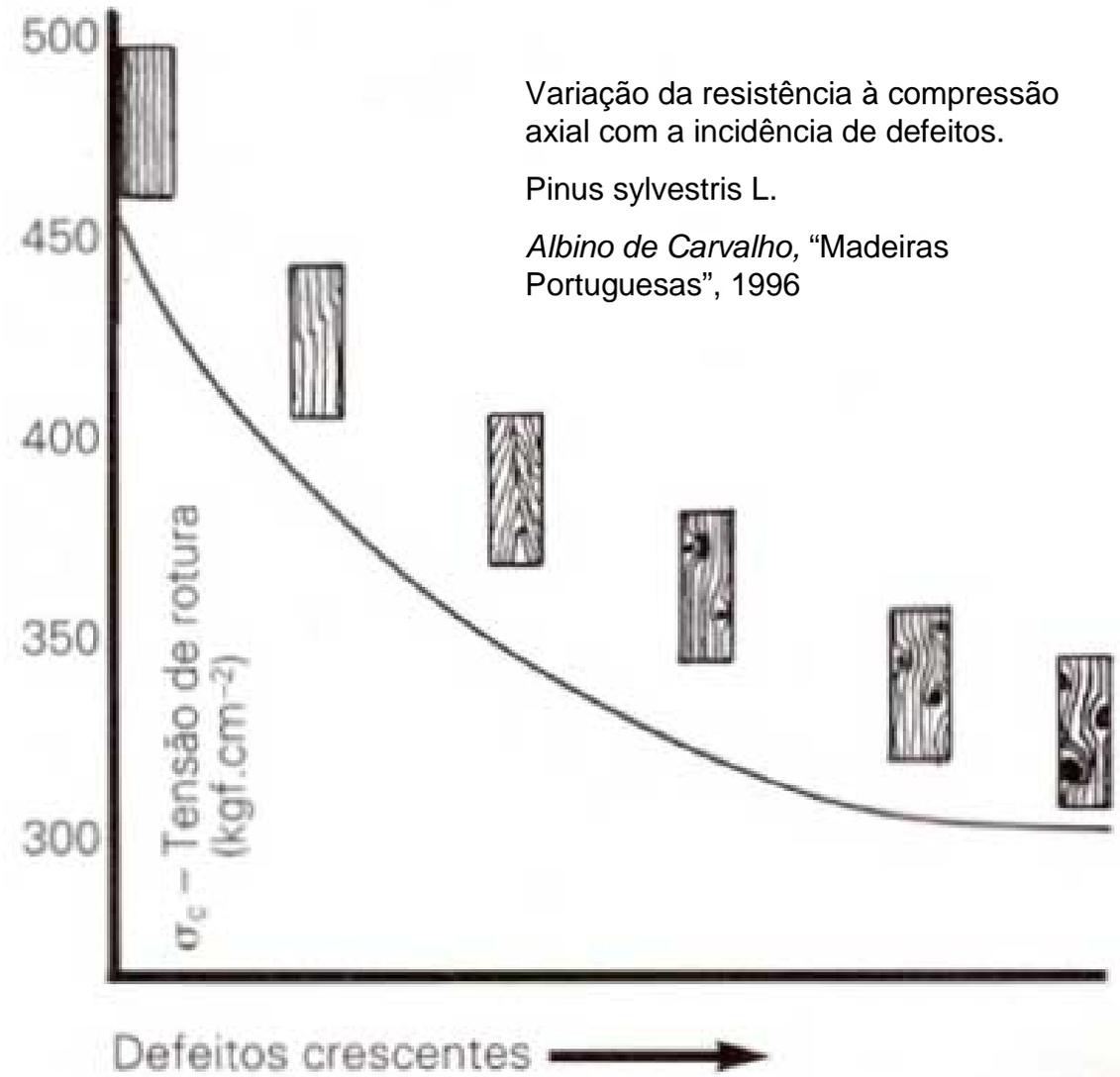
*Albino de Carvalho*, "Madeiras Portuguesas", 1996



## Propriedades Mecânicas da Madeira



## Propriedades Mecânicas da Madeira



# SINGULARIDADES

- **ELASTICIDADE** – medida pelo MOE ou M.Young  
– capacidade de recuperar a sua forma original depois de removida a carga/força
- **FLEXIBILIDADE** – conjuga elasticidade e rigidez quando solicitada à encurvadura  $\pm$  instantânea
- **PLASTICIDADE** – estado onde ocorrem deformações permanentes, mas as propriedades mecânicas não são desfavoravelmente comprometidas (pouco elevada)

