

PCC 5726

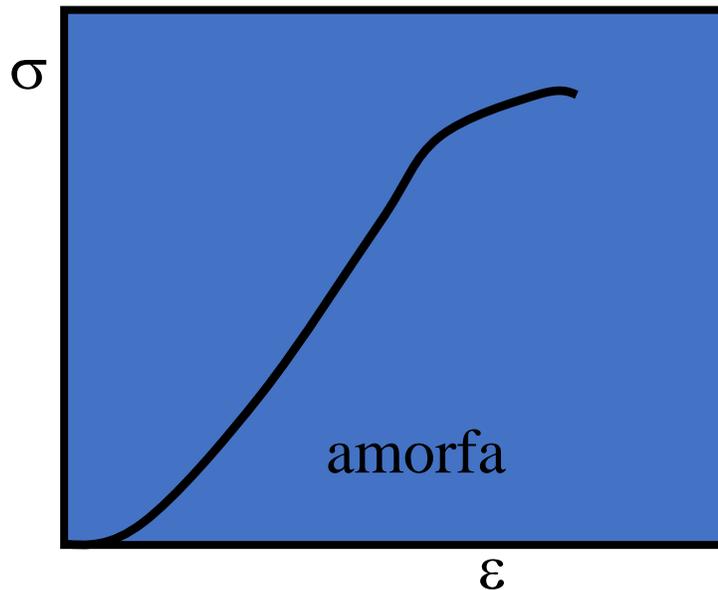
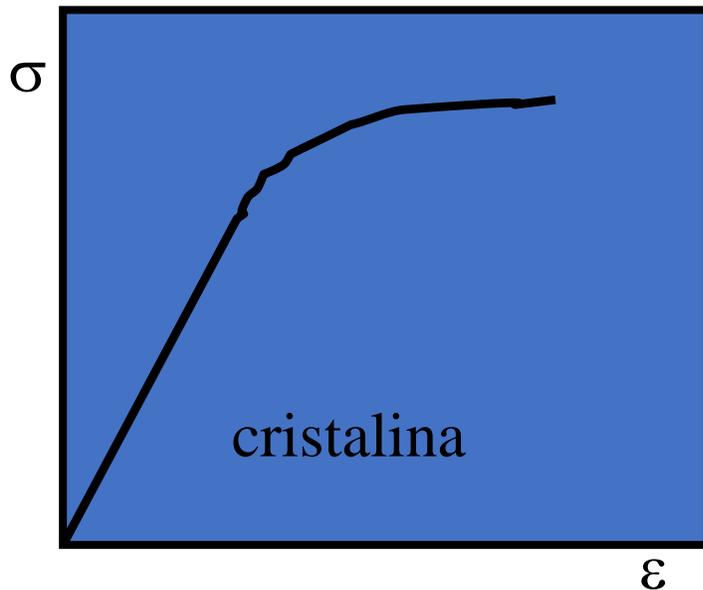
ELASTICIDADE

Definição

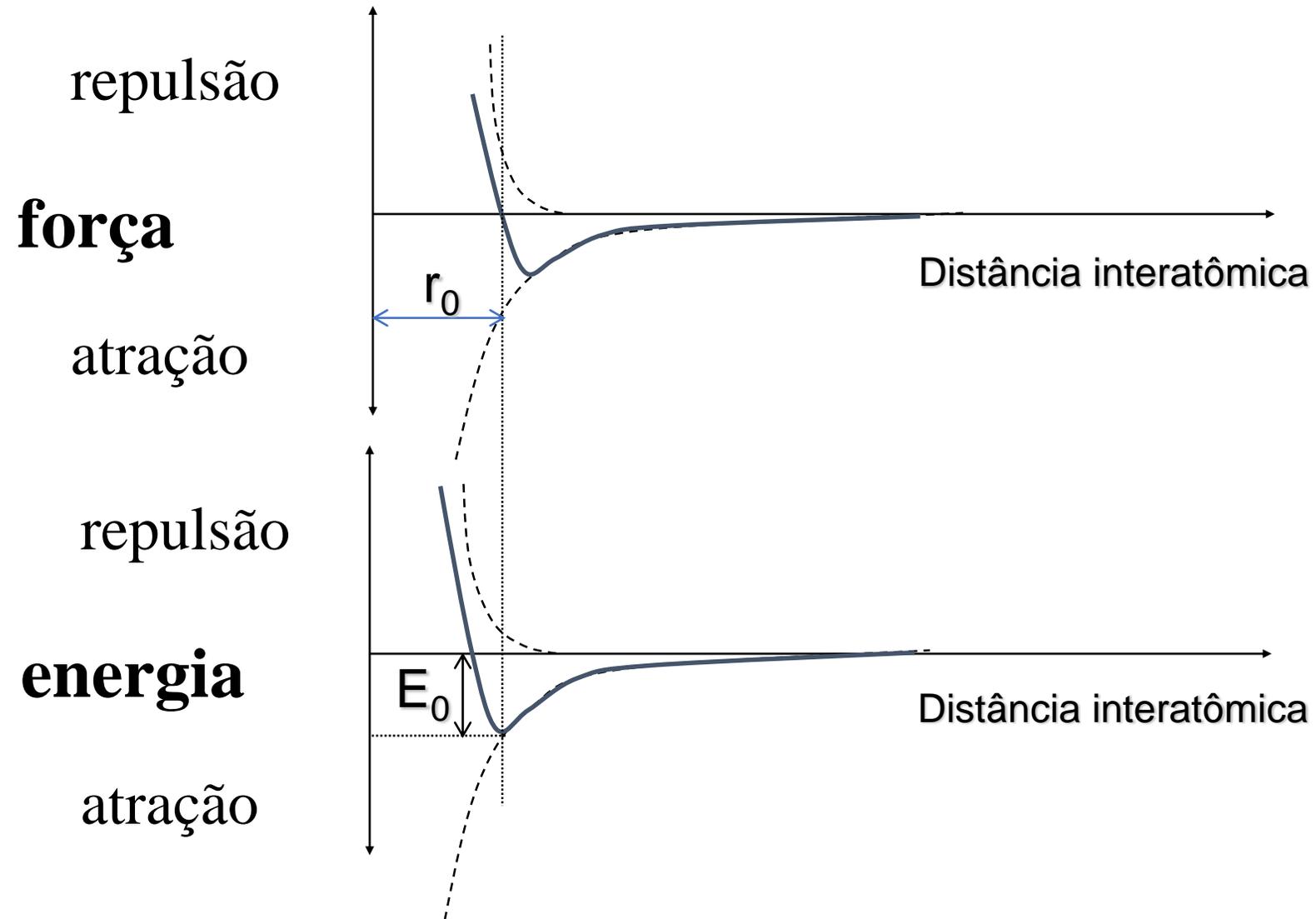
- Material elástico: a deformação produzida por uma determinada força desaparece com a sua remoção
- Cuidado com a definição do Callister:
 - “O processo de deformação no qual a tensão e a deformação são proporcionais”.
- Comportamento elástico linear: a proporcionalidade entre tensão e deformação elástica ocorre para um bom número de materiais (baixo nível deformação)

Elasticidade X arranjo da microestrutura

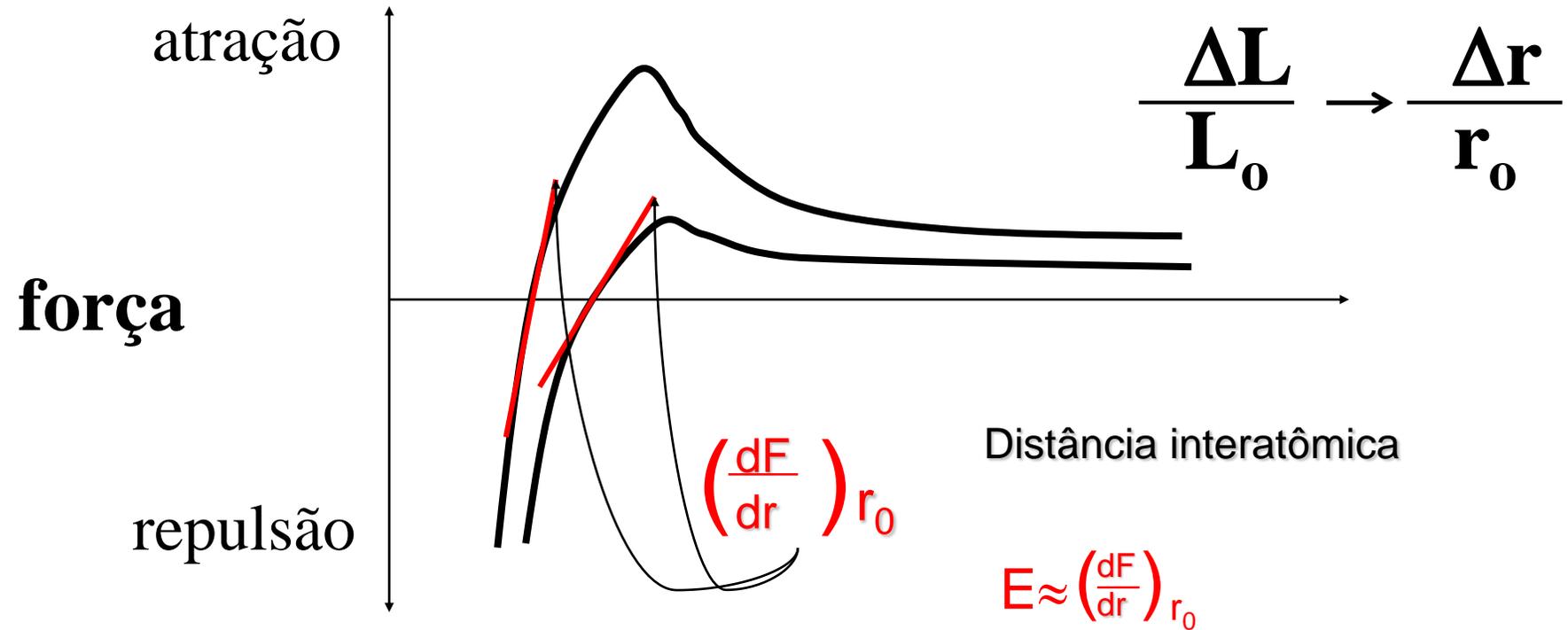
- Cristalina: lei de Hooke é perceptível
- Grande parte de estruturas amorfas e outros materiais moleculares: não linear (ex. polímeros)



Influência da estrutura

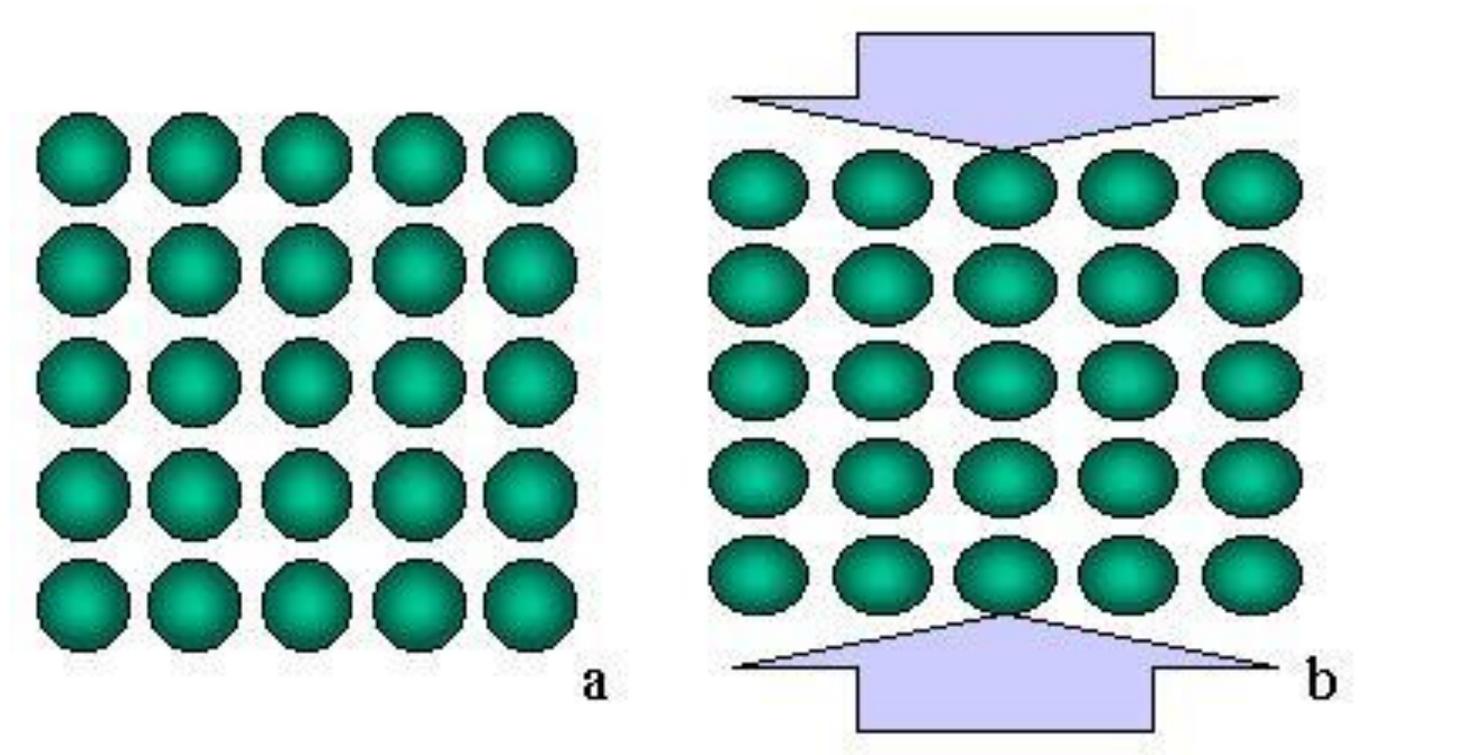


Vinculação de força e energia

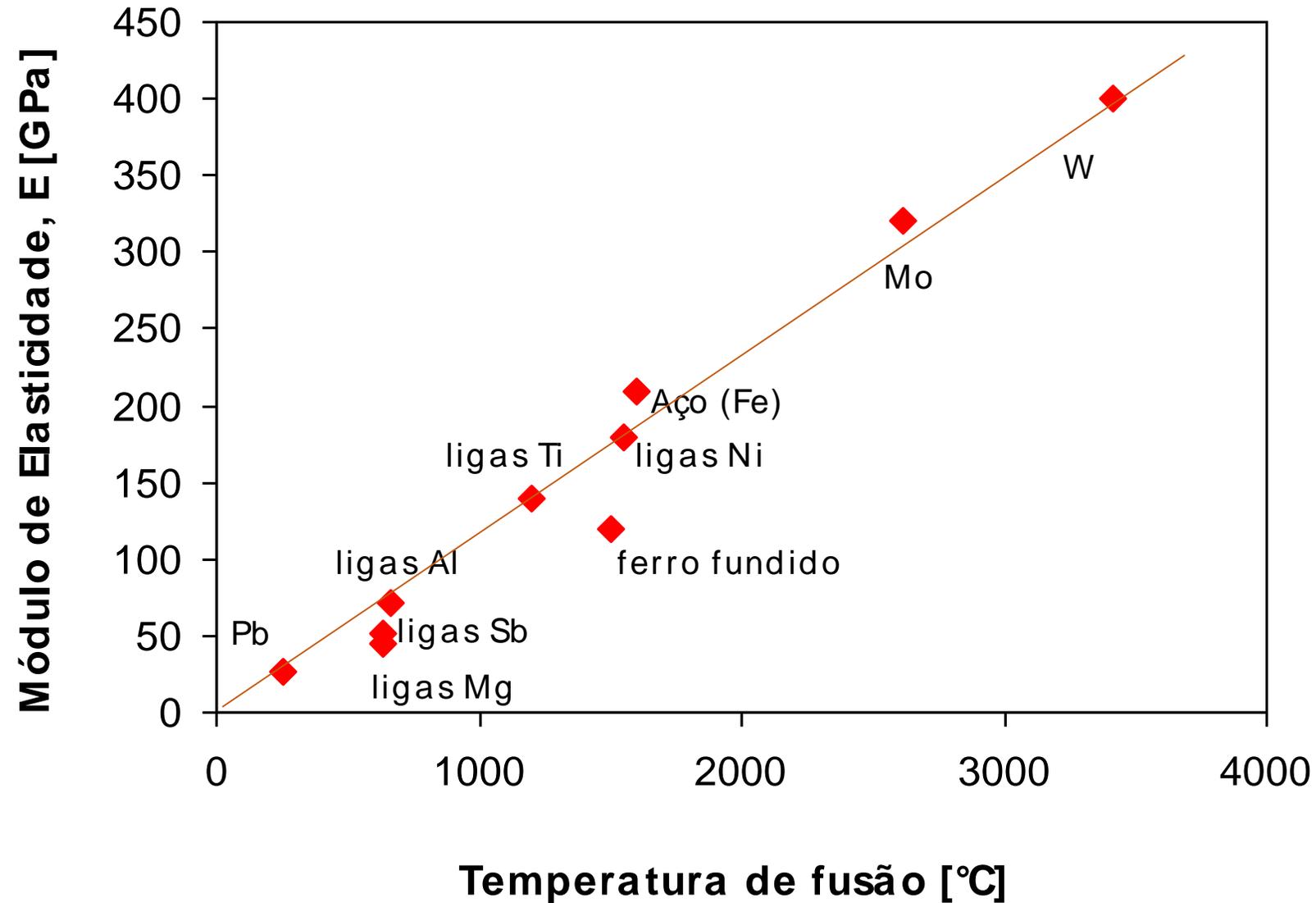


A magnitude do módulo de elasticidade é proporcional a inclinação de cada curva na distância de equilíbrio

Influência da estrutura

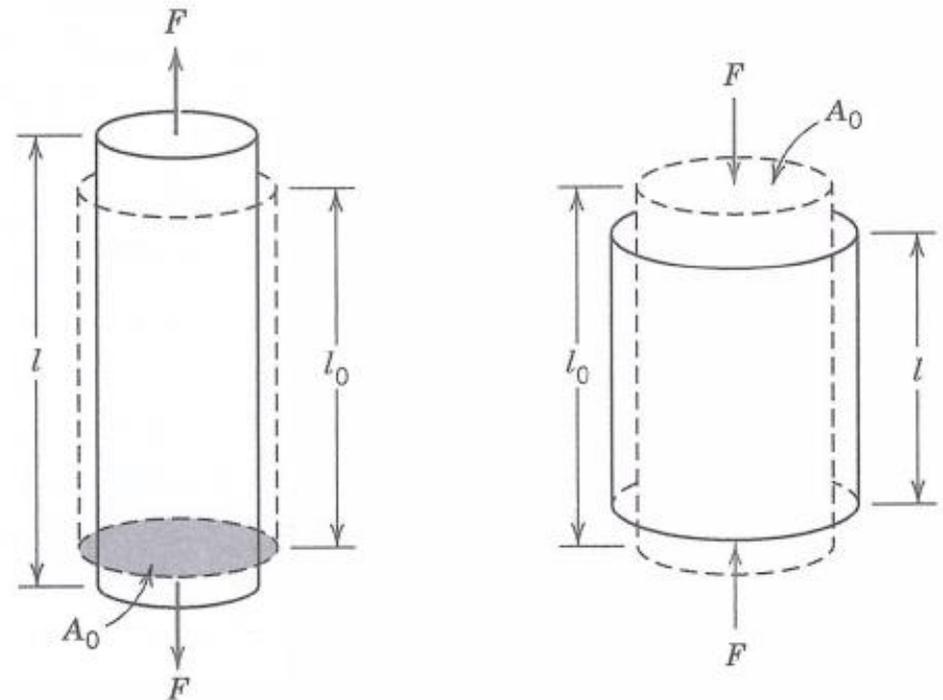


Módulo de elasticidade



As deformações elásticas

- As deformações elásticas longitudinais de tração e compressão correspondem a uma deformação transversal
- Variação de seção transversal ao longo do ensaio corresponde a uma variação da tensão efetiva (considera-se sempre A_0 como referência)

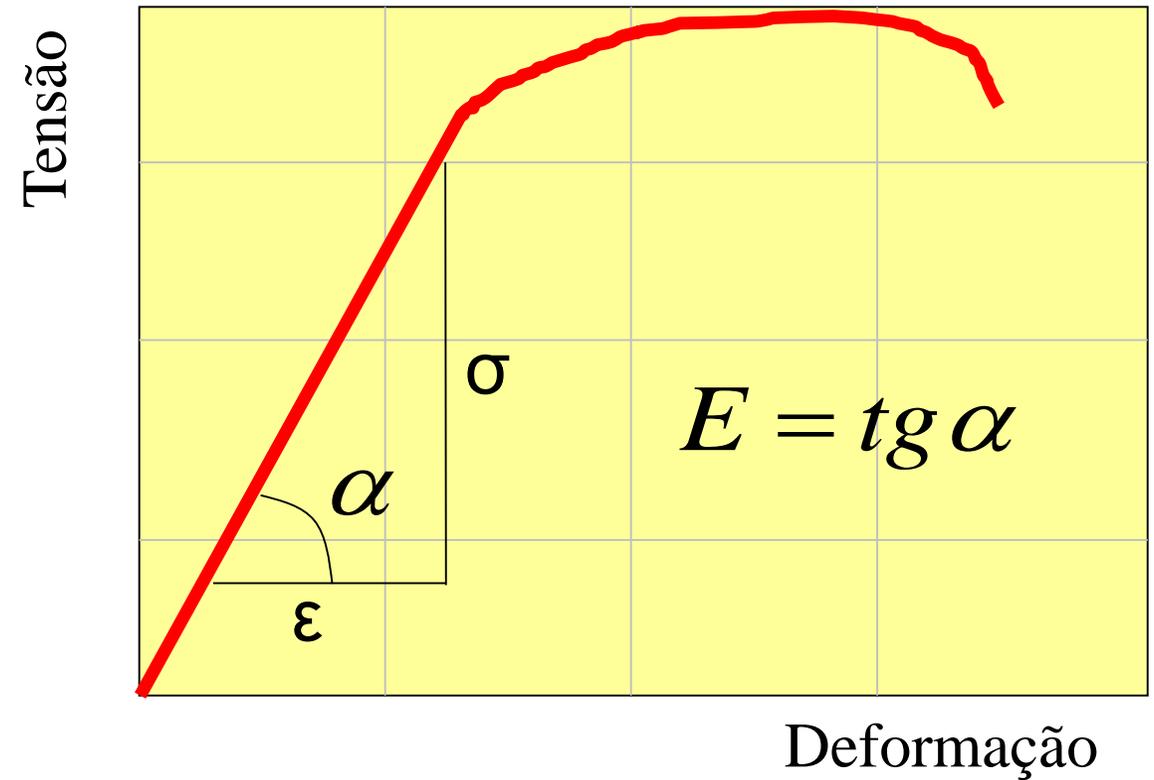


Callister, 2006

Módulo de elasticidade

- **Lei de Hook**
 - Deformação é proporcional a tensão
- **Módulo de elasticidade ou Young**

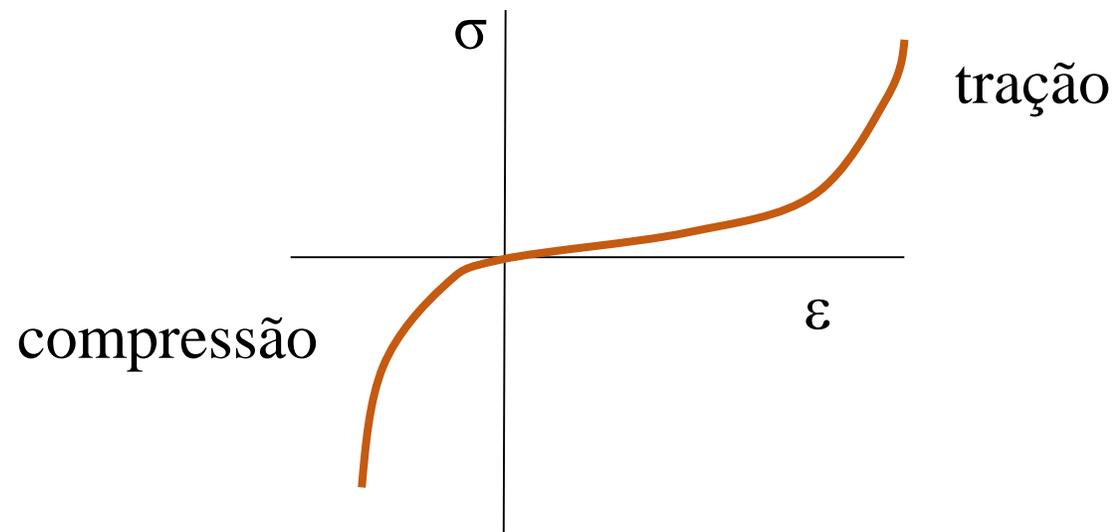
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$



Deformação elástica nos materiais

Materiais cristalinos

- Deformações elásticas pequenas
- Alto nível de tensão necessária
- Elevado módulo de elasticidade

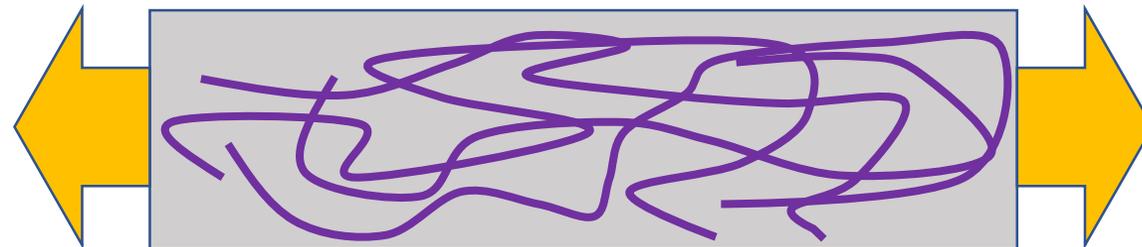
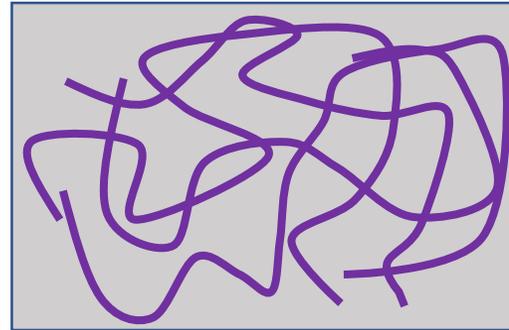
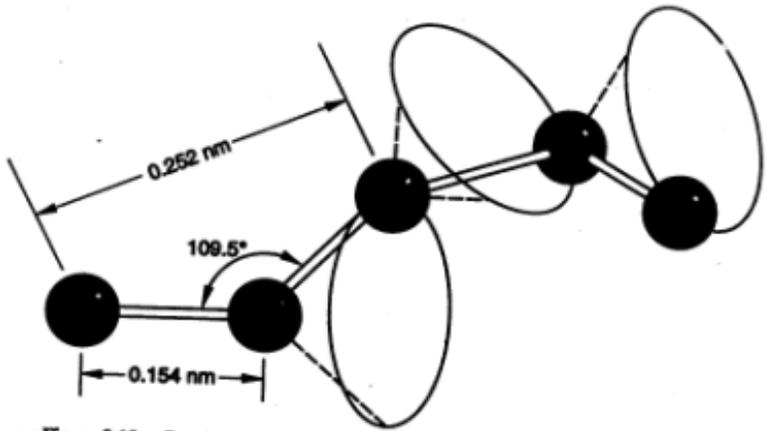


Materiais amorfos

- Vidro ou plásticos – podem apresentar elasticidade linear
- Materiais celulares (madeira) – podem apresentar variação do comportamento em função do esforço:

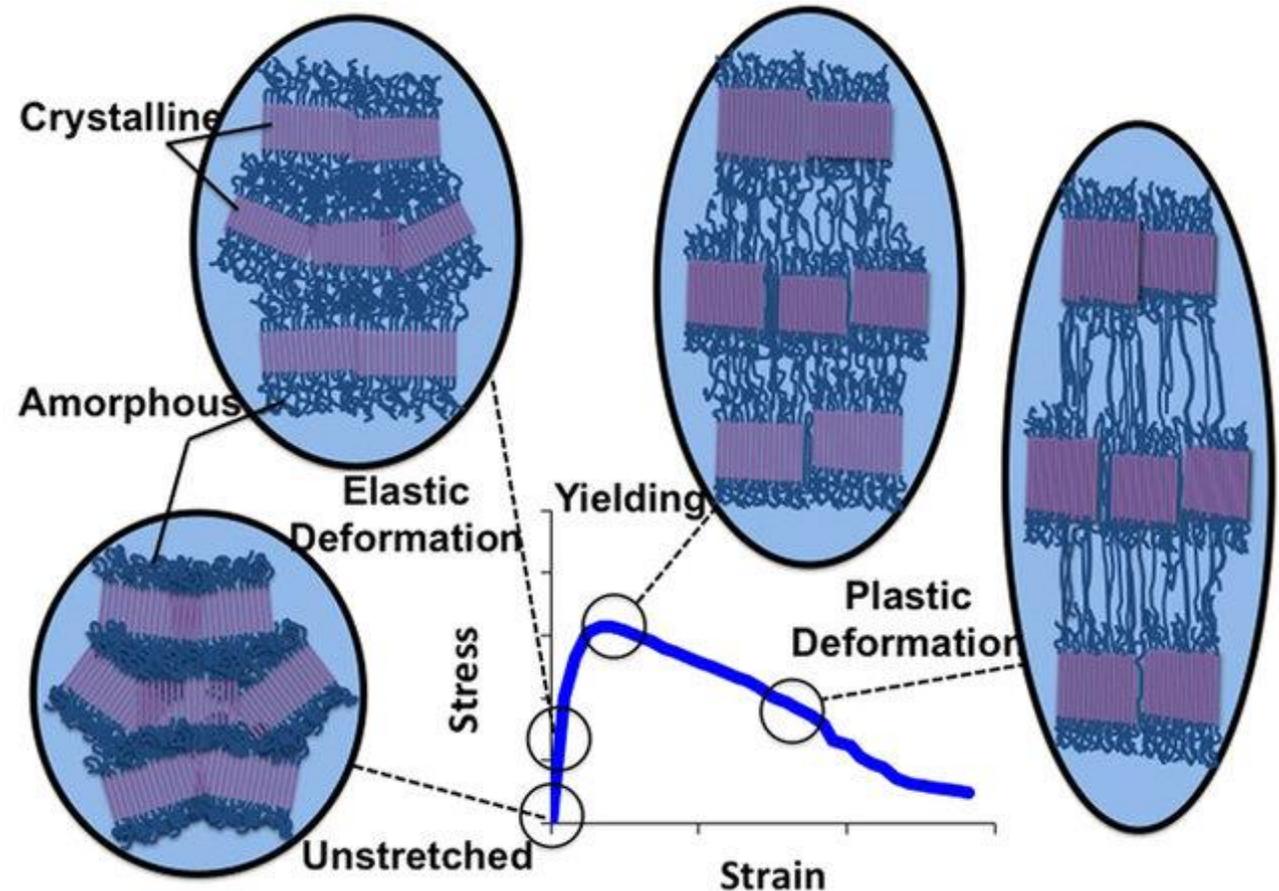
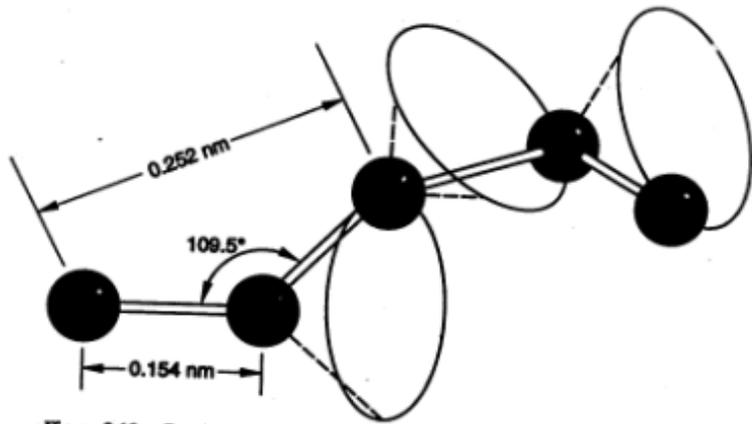
Elasticidade em polímeros

- Polímeros – apresentam alinhamento das cadeias



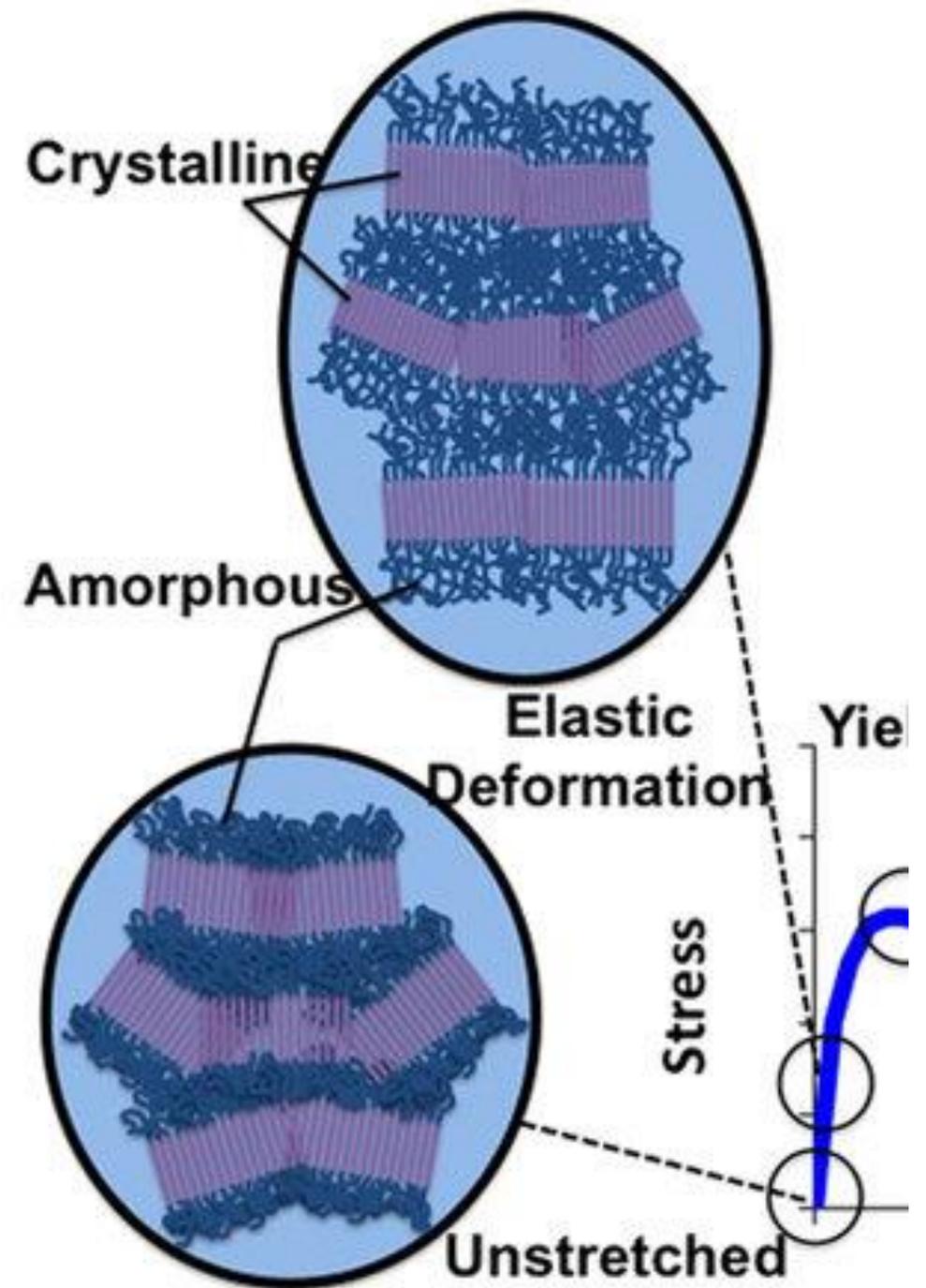
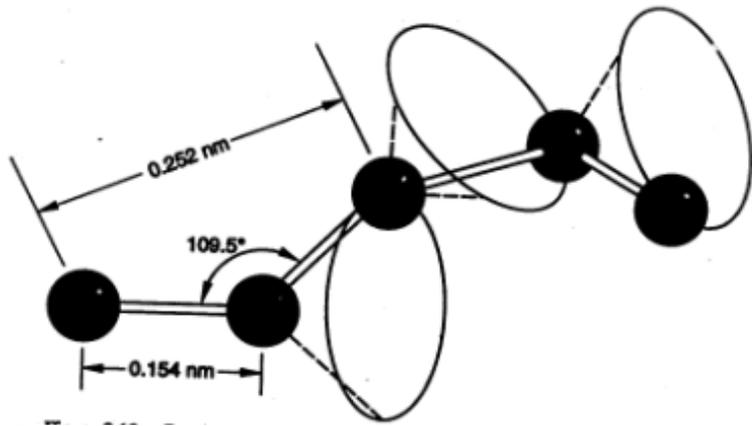
Elasticidade em polímeros

- Polímeros – apresentam alinhamento das cadeias



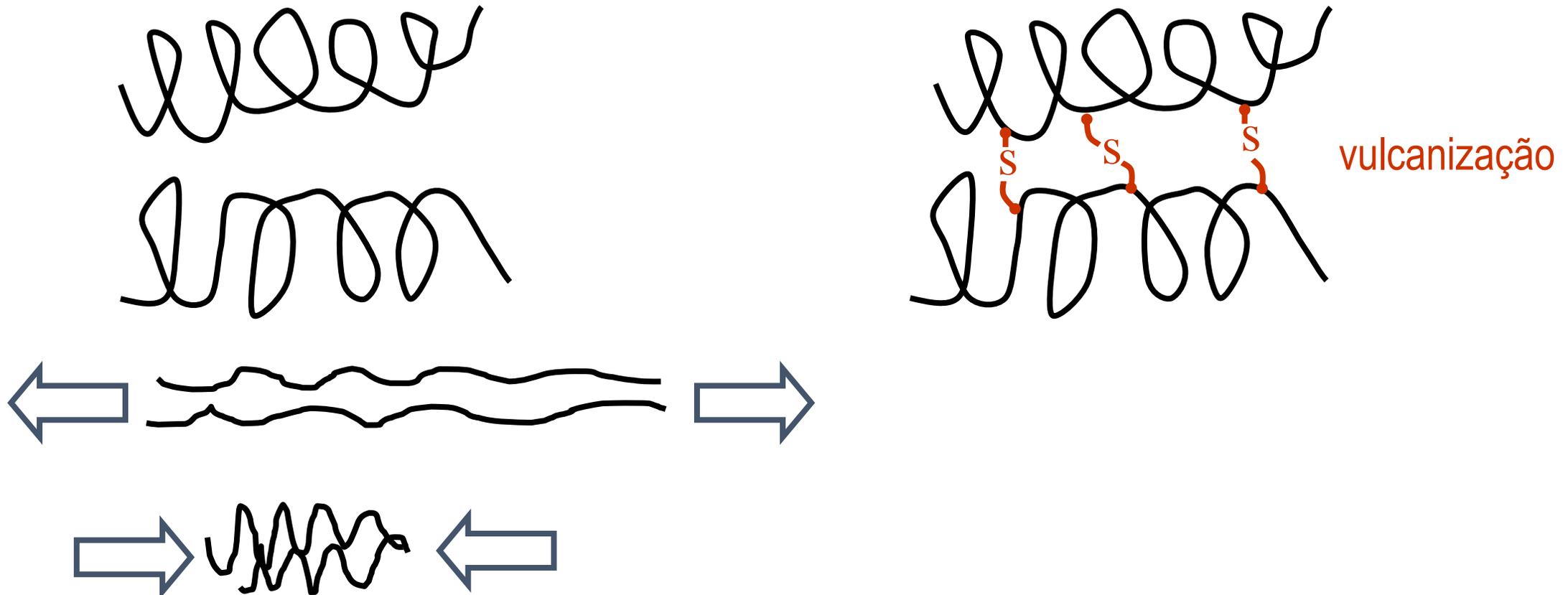
Elasticidade em polímeros

- Polímeros – apresentam alinhamento



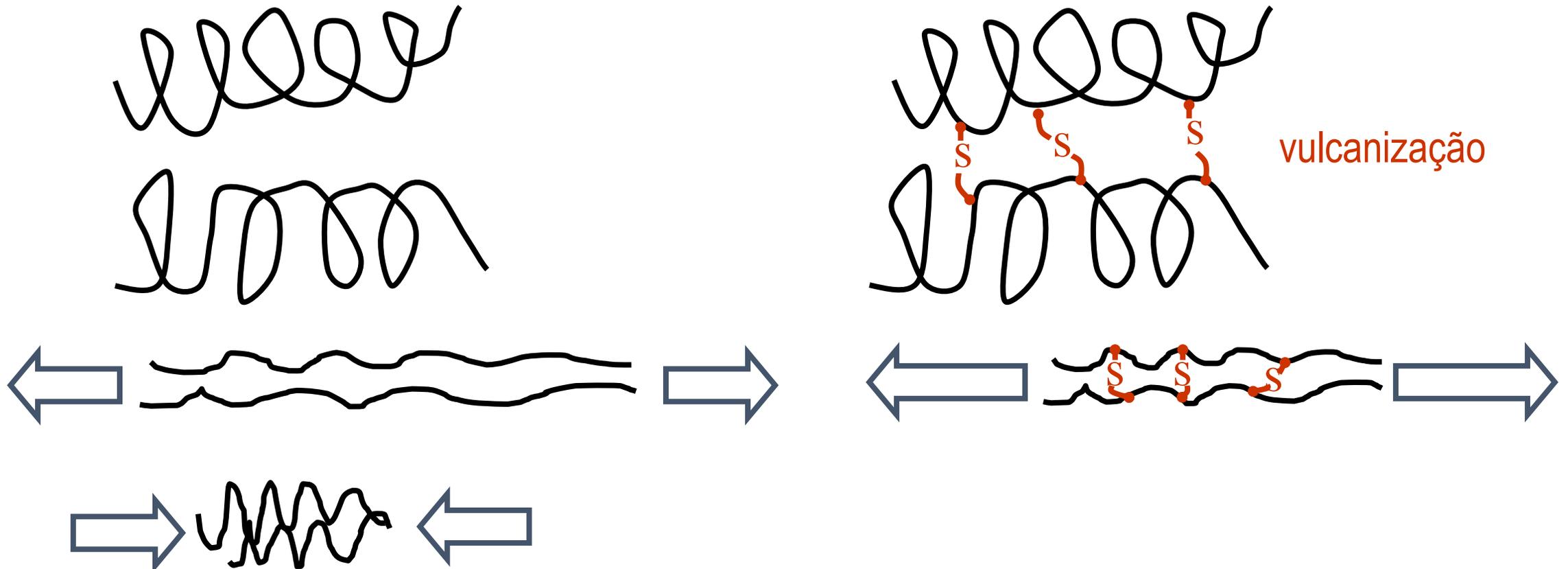
Elasticidade em polímeros

- Elastômeros (borrachas) – cadeias espiraladas são alinhadas à direção do esforço inicialmente

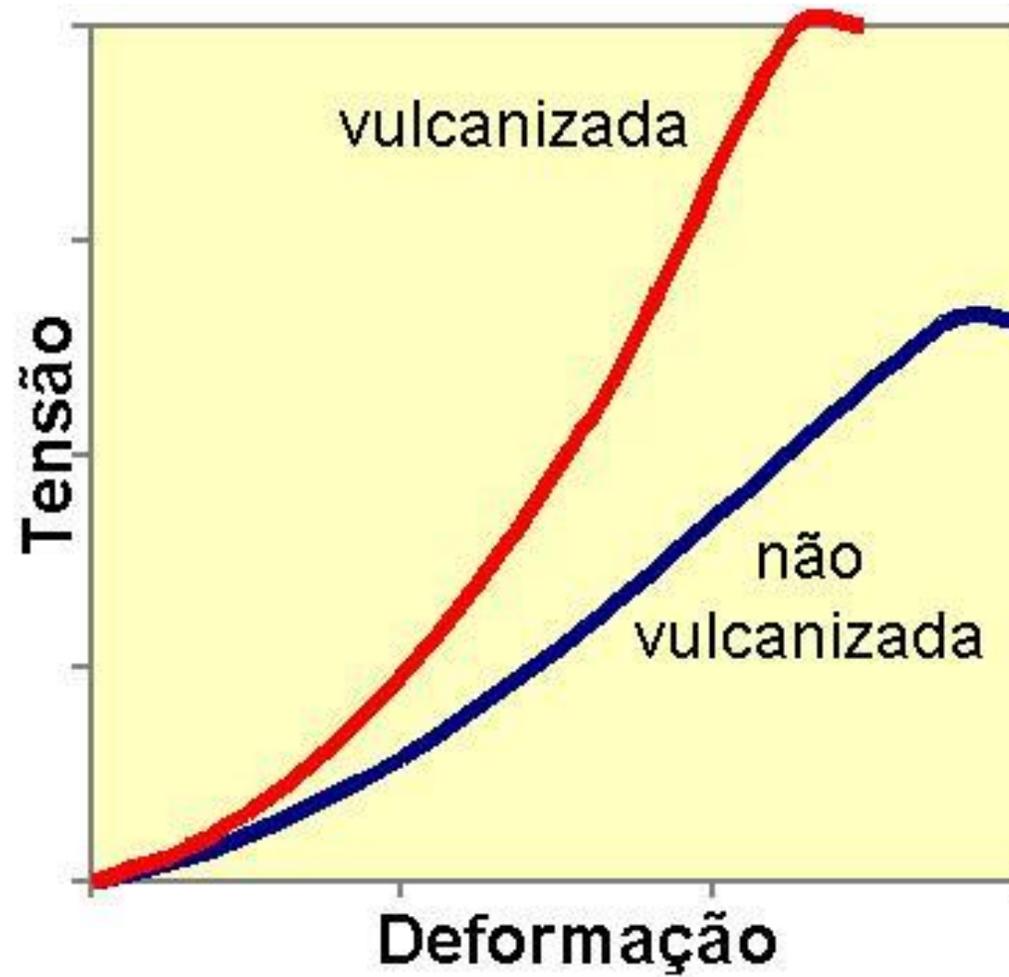


Elasticidade em polímeros

- Elastômeros (borrachas) – cadeias espiraladas são alinhadas à direção do esforço inicialmente

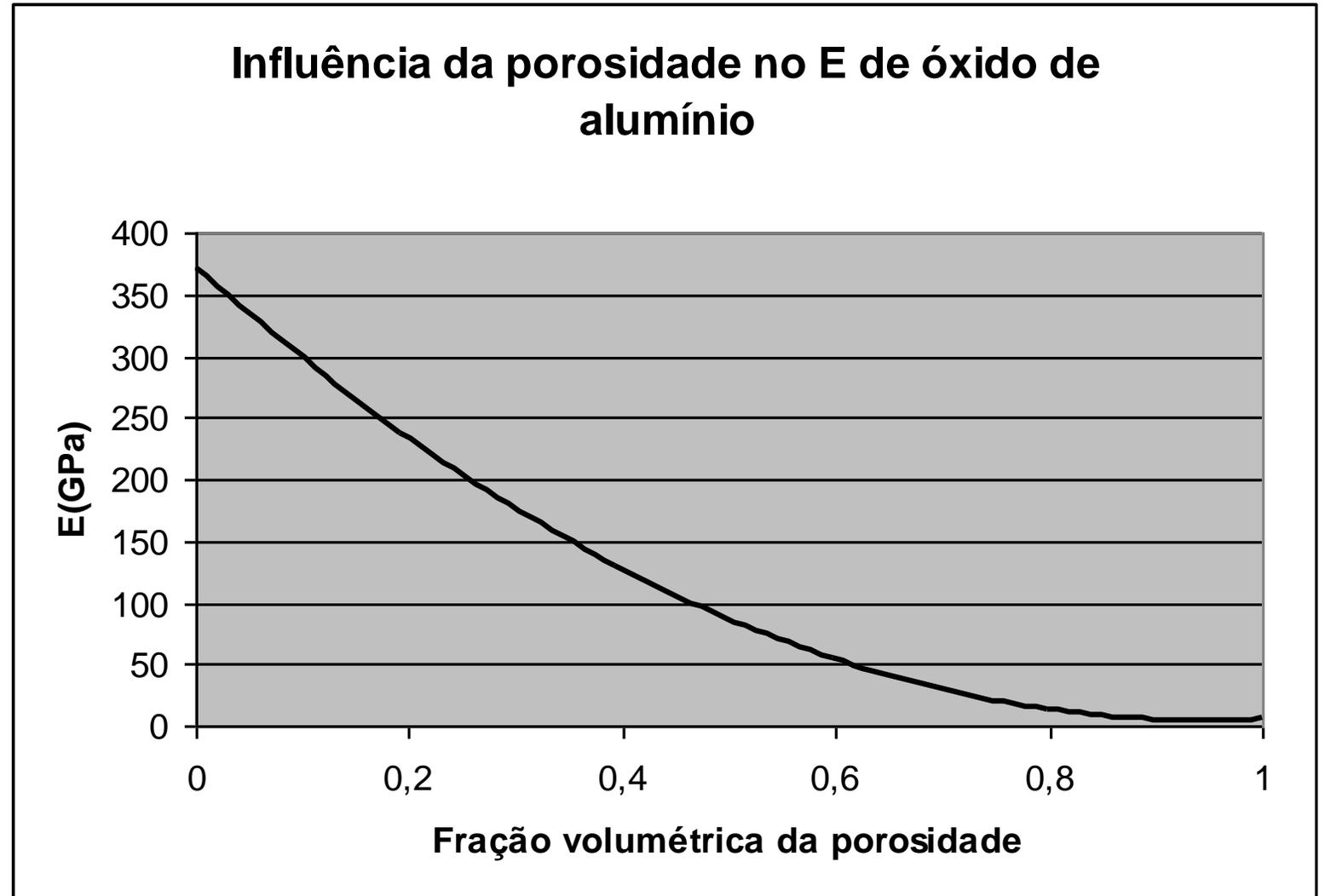


Elastômeros



Efeito dos defeitos

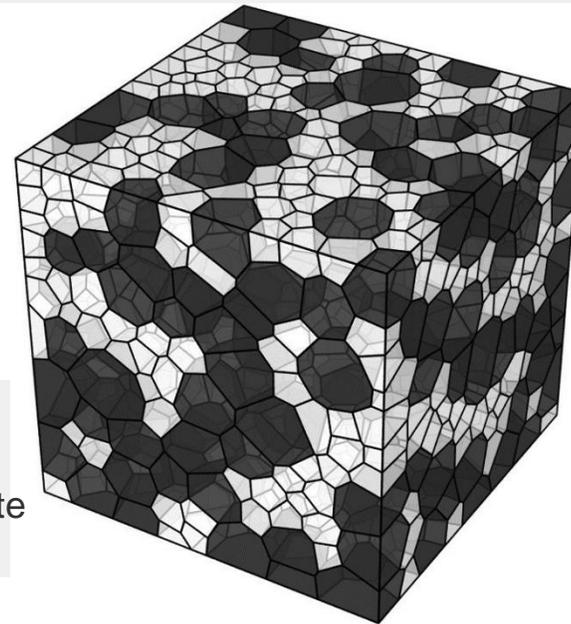
Como seria possível parametrizar o efeito dos poros considerando as fases presentes no material?



Elasticidade em materiais cerâmicos multifásicos

- Lei das misturas aplicadas à previsão de comportamento

$$\begin{cases} E_{upper} = V_{f1} * E_1 + V_{f2} * E_2 \\ E_{lower} = \left(\frac{V_{f1}}{E_1} + \frac{V_{f2}}{E_2} \right)^{-1} \end{cases}$$

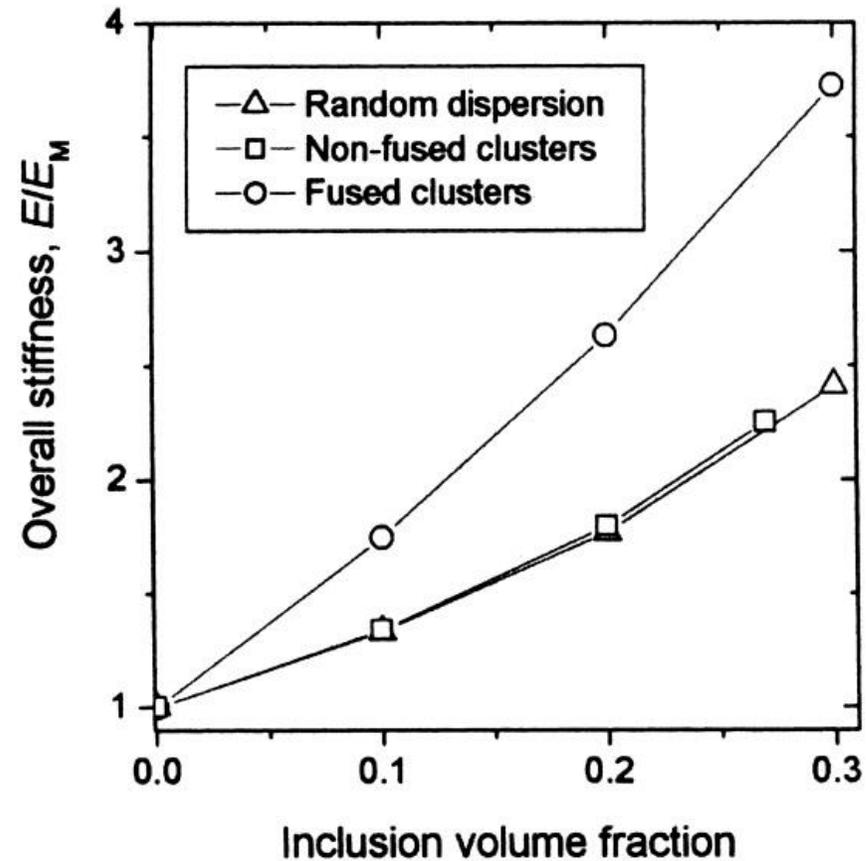
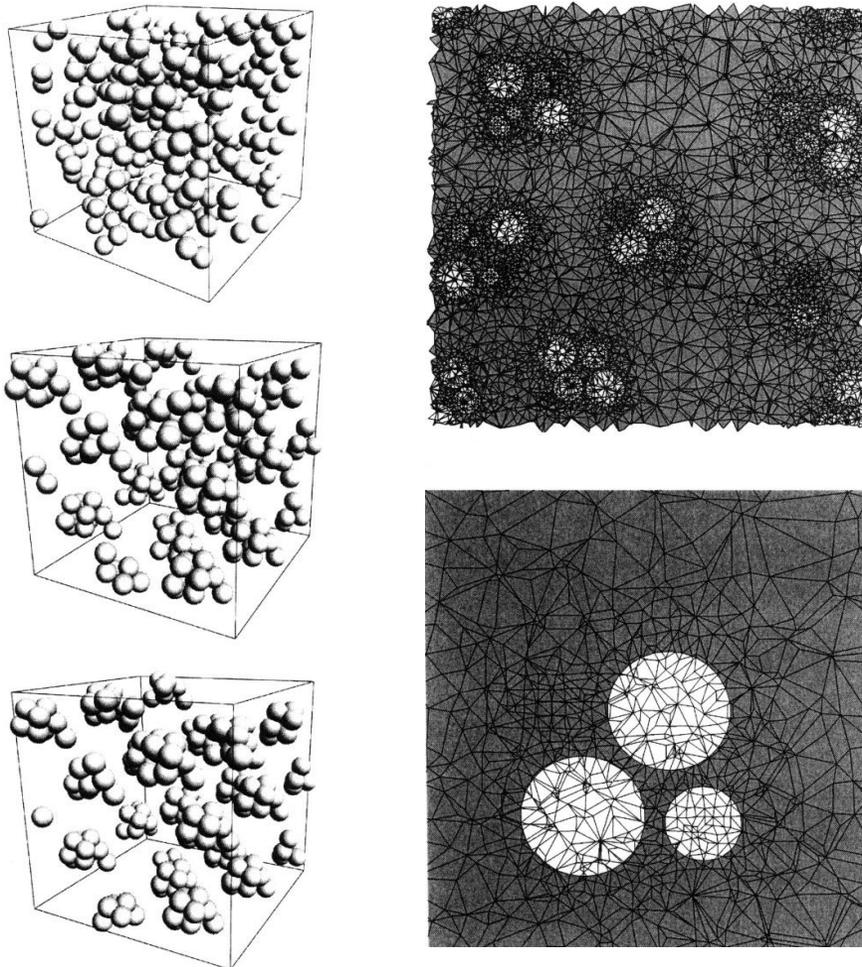


RVE with 6 μm considering sphericity for ZTA 1, dark and white grains representing alumina and zirconia, respectively.

[Pedro M.C.Carneiro; Pedro V.Gamboa; Carmen Baudín;Abílio P.Silva](#). Modelling of elastic modulus of a biphase ceramic microstructure using 3D representative volume elements. Journal of the European Ceramic Society. Volume 40, Issue 3, March 2020, Pages 901-910.

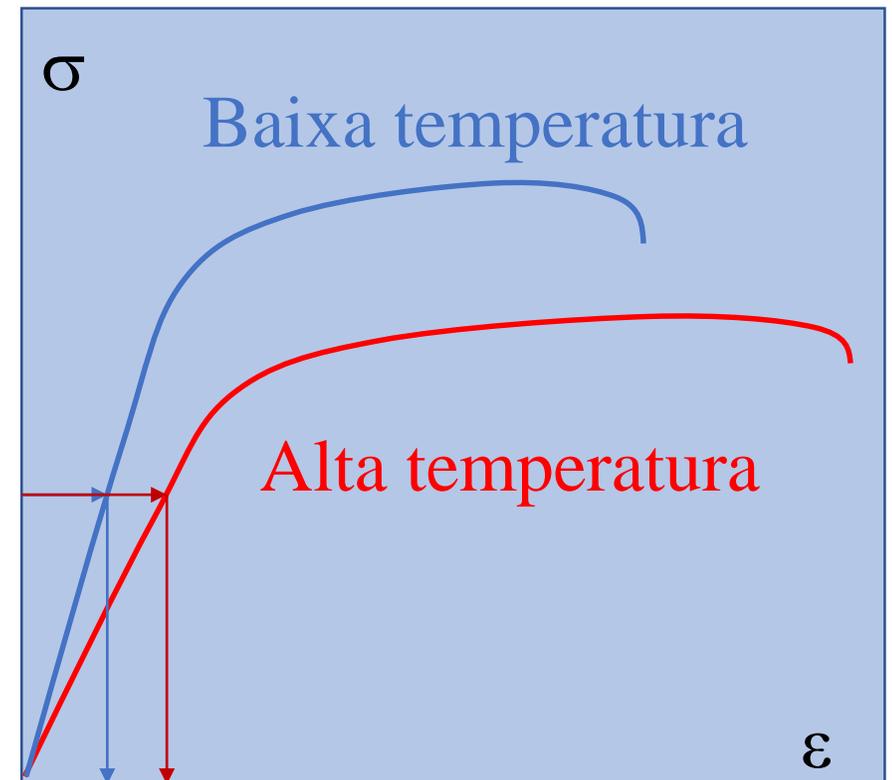
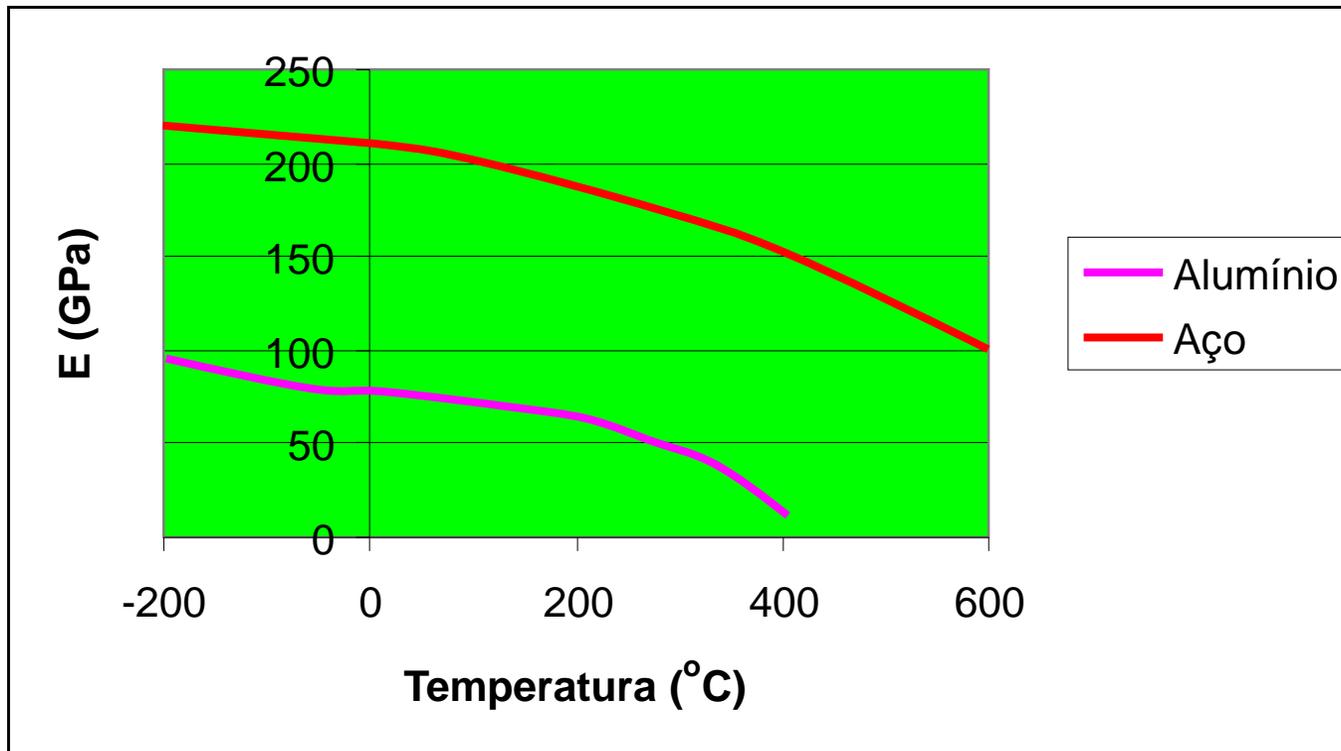
10.1016/j.jeurceramsoc.2019.10.046

Efeito da aglomeração de partículas (cargas) no E de plásticos



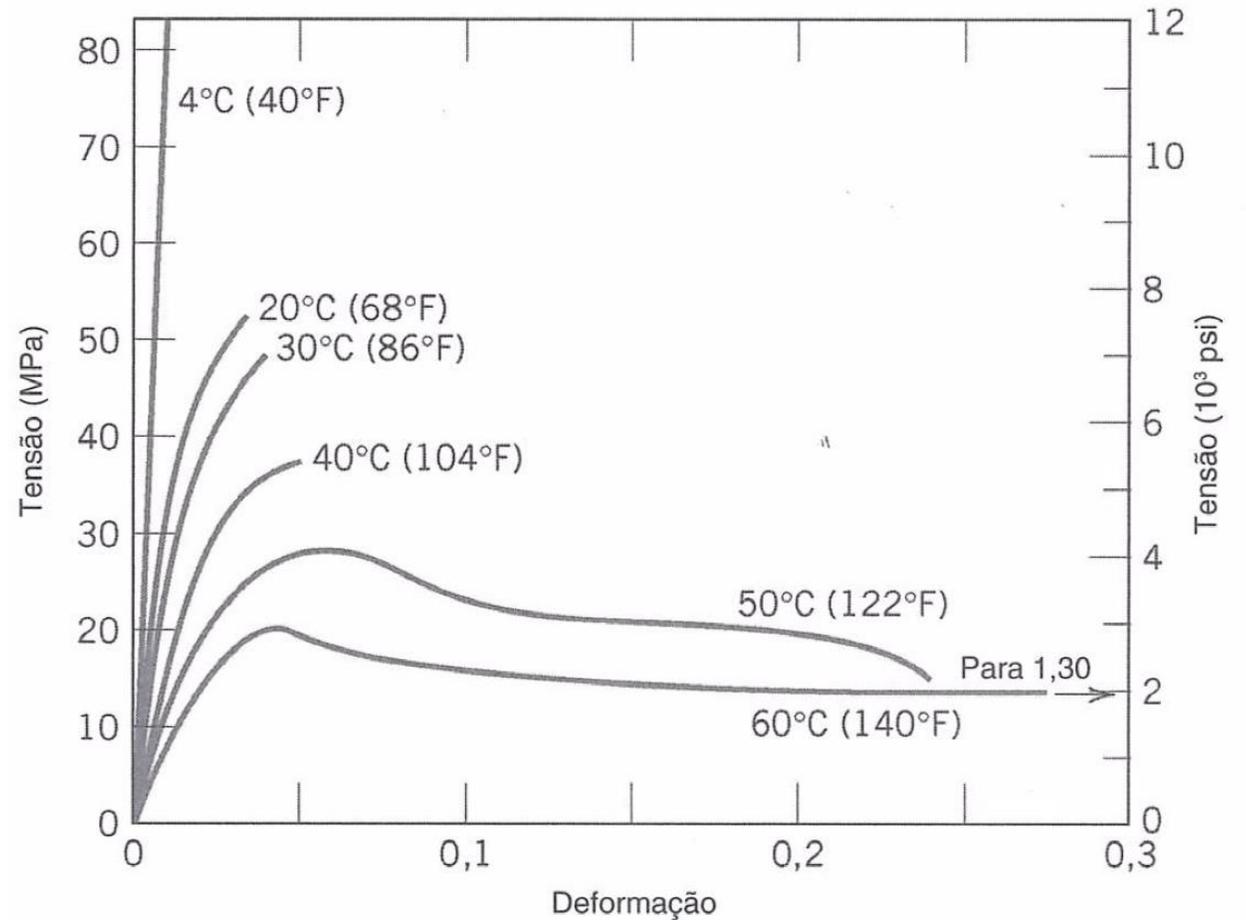
Efeito da temperatura

- O valor de E diminui com aumento de T



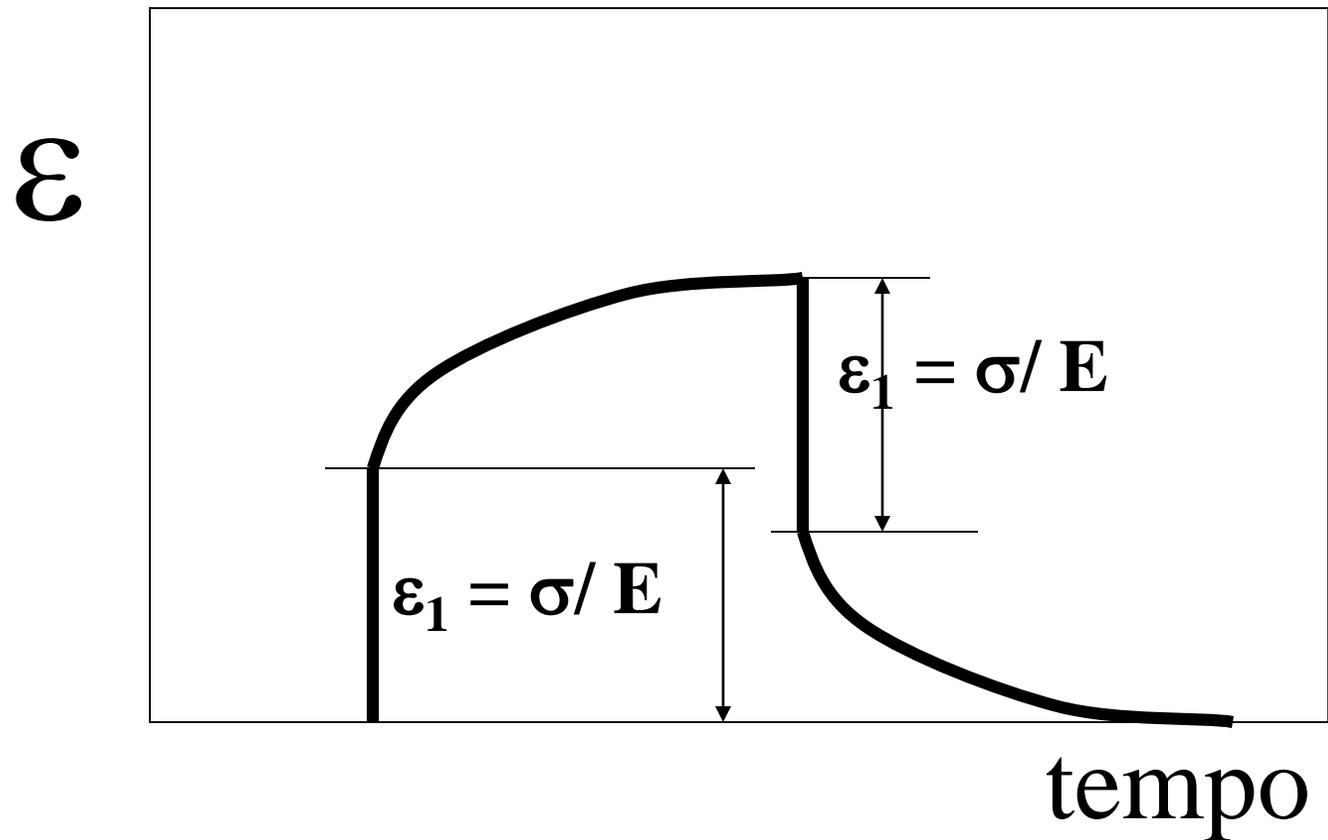
Efeito da temperatura

- Exemplo: polímeros e a T_g .
- Comportamento dúctil para $T^\circ\text{C} > 50^\circ\text{C}$

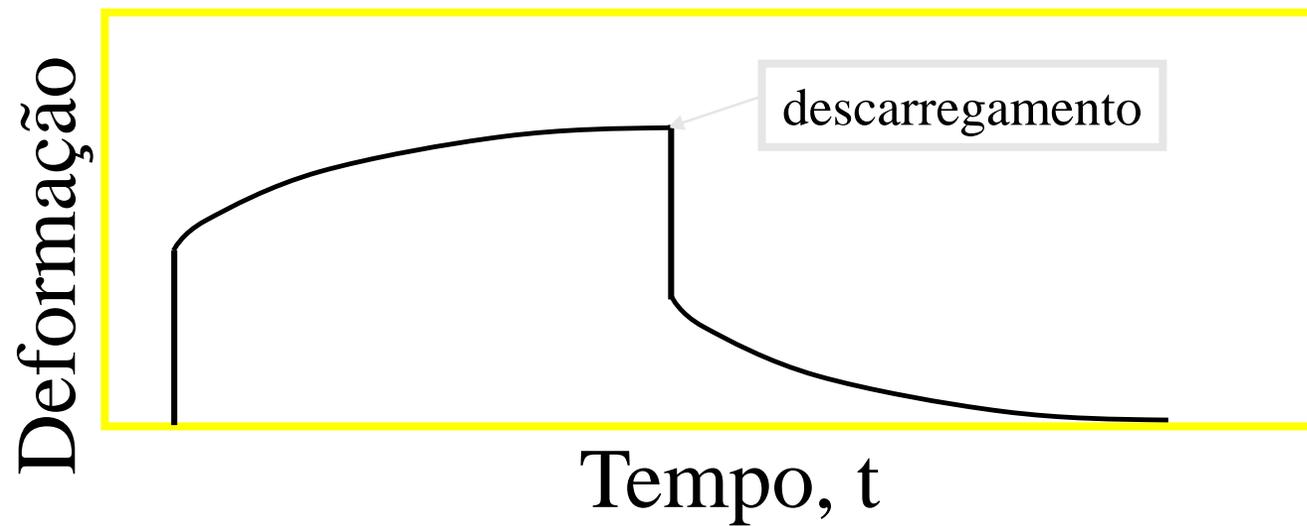
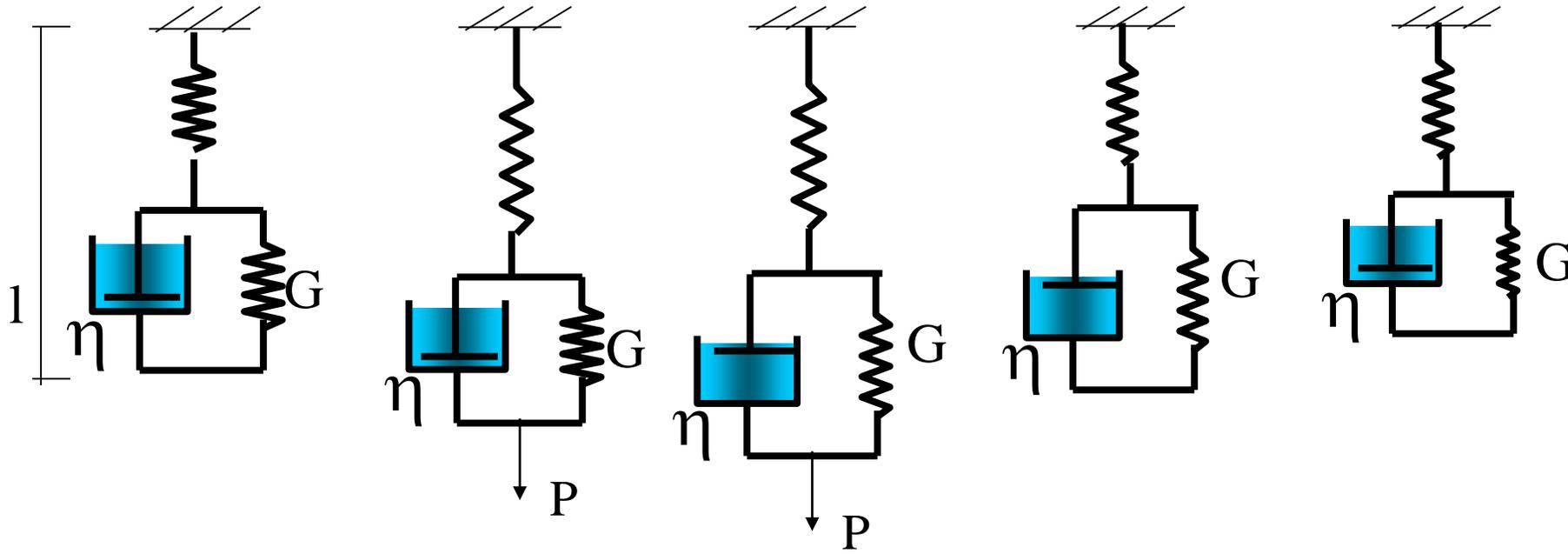


Influência da T no comportamento mecânico do polimetil metacrilato (Carswell, Nason, 1944, apud Callister, 2006)

Elasticidade retardada ou Elasticidade viscosa



Elasticidade viscosa



Não linearidade elástica ou “pseudo elasticidade”

- Comportamento apresentado por materiais como concretos, argamassas e alguns polímeros.
- Opções:
 - Módulo tangente
 - Módulo secante

