



20T2060

Tecnologia de Biopolímeros

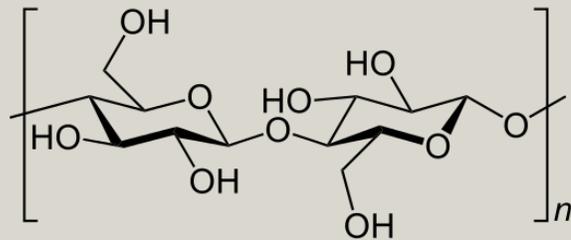
Profa. Talita M. Lacerda
talitalacerda@usp.br

Polímeros

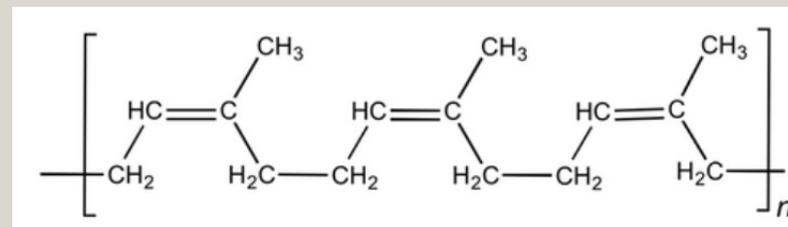
- **Século XIV – 1920:** total desconhecimento sobre a estrutura macromolecular dos polímeros



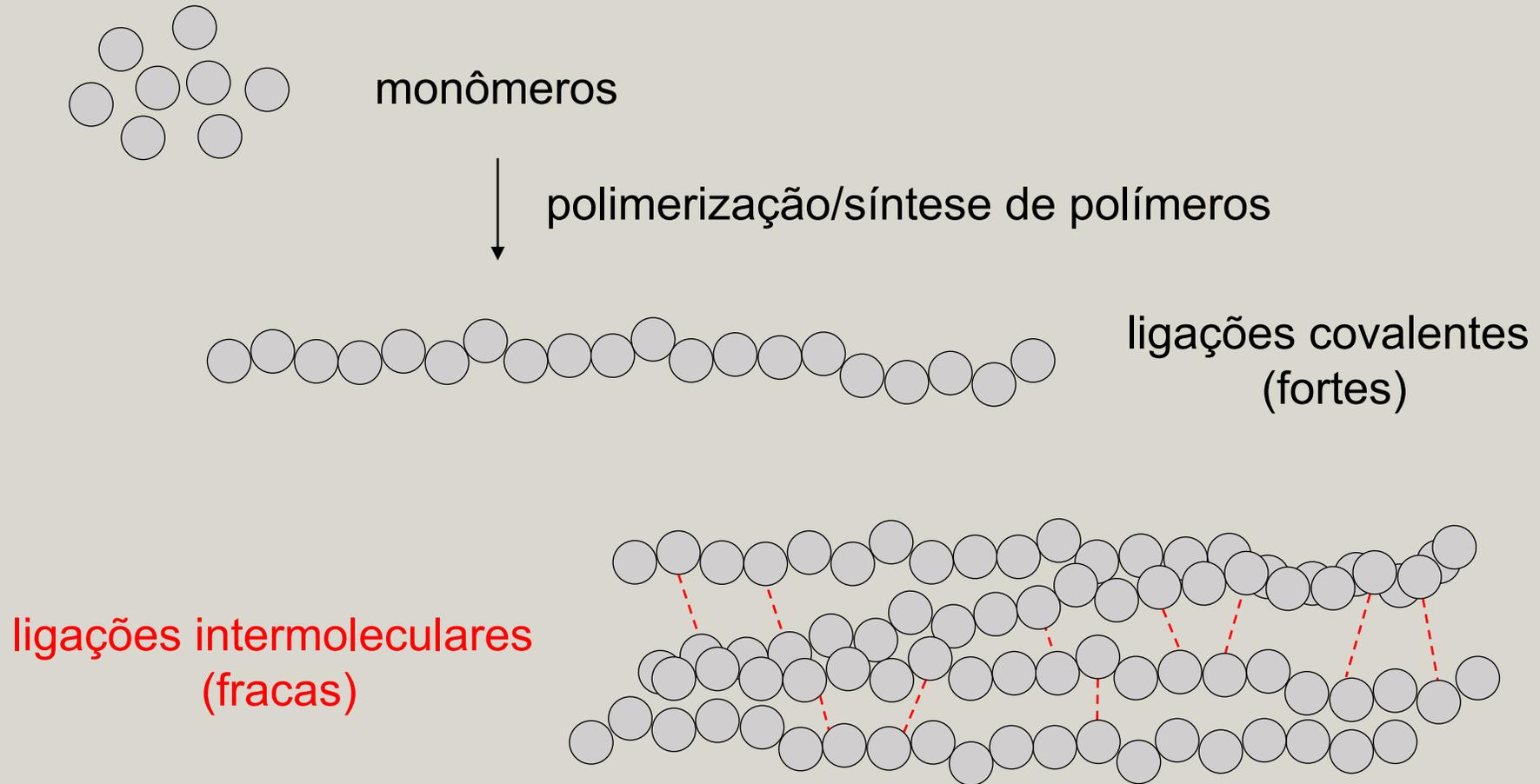
celulose



borracha natural

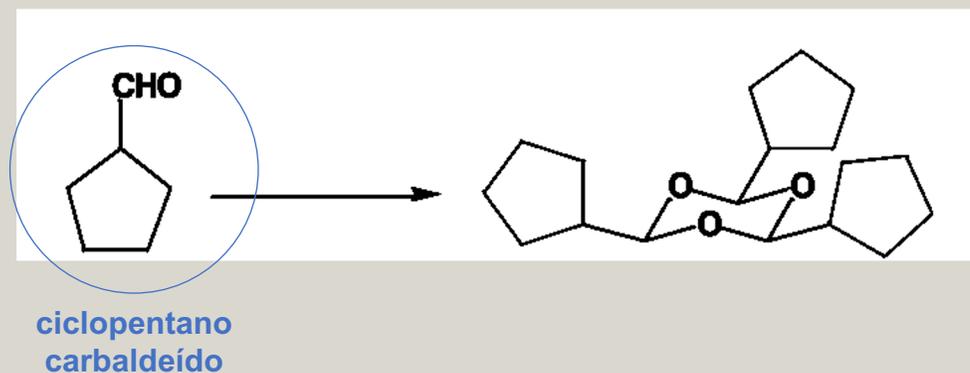
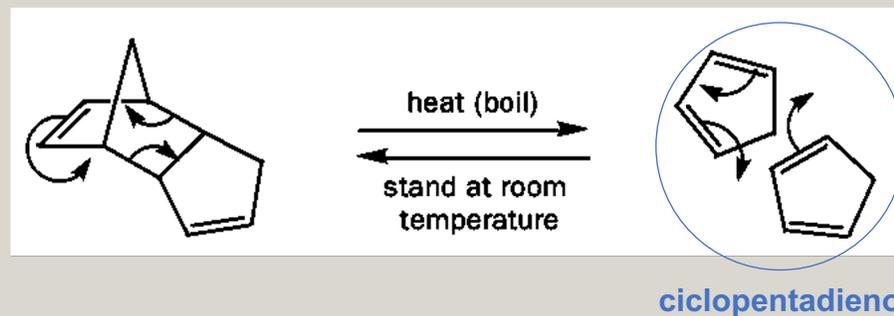


Polímeros



Monômeros, dímeros, oligômeros...

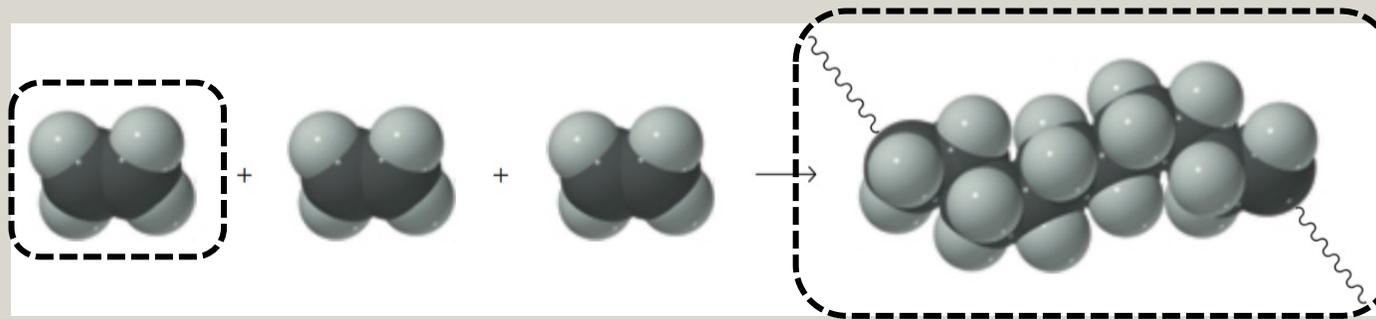
Algumas moléculas podem reagir entre si, gerando estruturas de maior massa molecular...



**Os reagentes são monômeros?
E os produtos são polímeros?**

O que faz com que uma molécula seja um monômero?

Número de pontos reativos de uma molécula (f) = **funcionalidade**



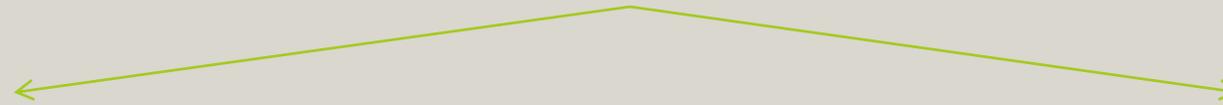
molécula de baixa
massa molecular

$f \geq 2$

polímero

Reações de polimerização

1929: Wallace Hume Carothers



**POLÍMEROS DE
ADIÇÃO**

**POLIMERIZAÇÃO EM
CADEIA**

**CHAIN-GROWTH
POLYMERIZATION**



★1896 - †1937

**POLÍMEROS DE
CONDENSAÇÃO**

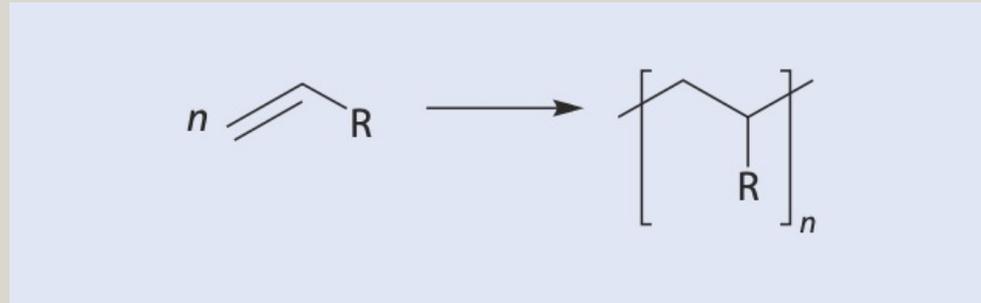
**POLIMERIZAÇÃO
EM ETAPAS**

**STEP-GROWTH
POLYMERIZATION**

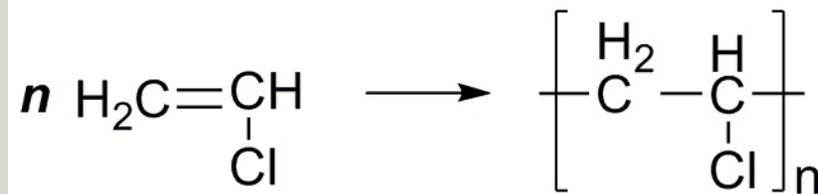
Reações de polimerização

Como se dá o crescimento da cadeia?

Polimerização em cadeia



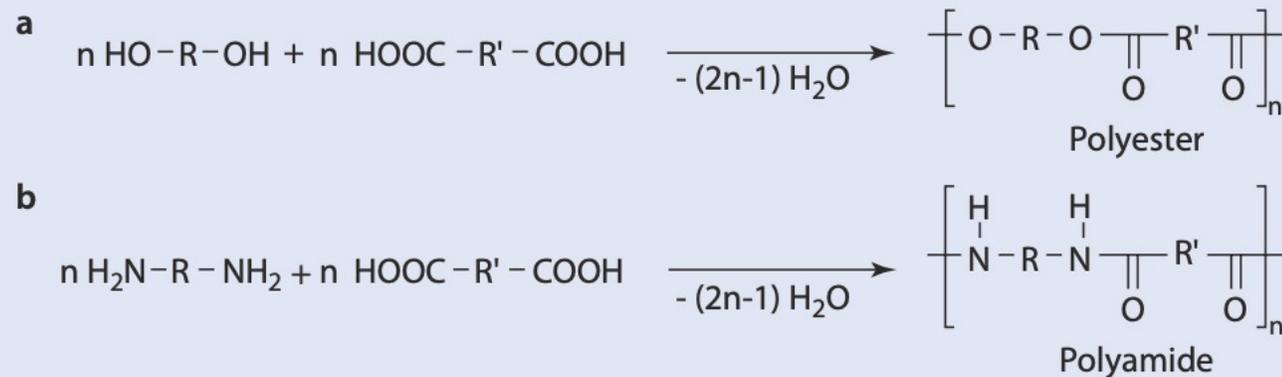
Em geral: polímeros de cadeia carbônica (PE, PP, PVC, PMMA...)



Reações de polimerização

Como se dá o crescimento da cadeia?

Polimerização em etapas

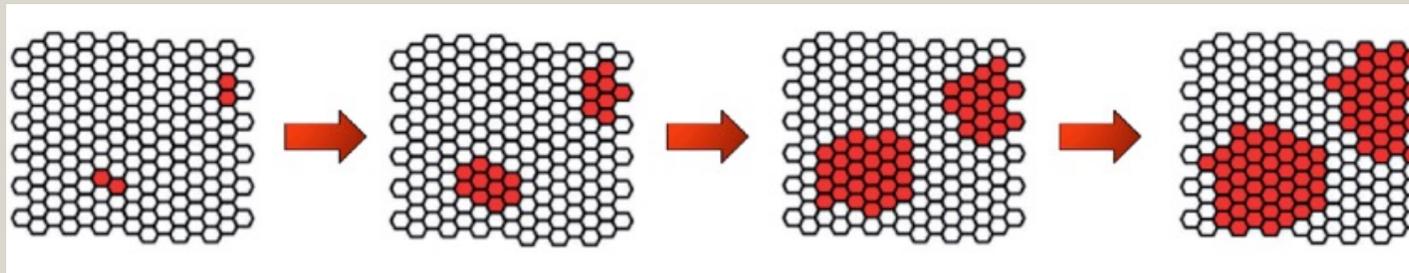


Reação de dois grupos funcionais reativos com a eliminação de moléculas de baixo peso molecular (H_2O , NH_3 , HCl ...)

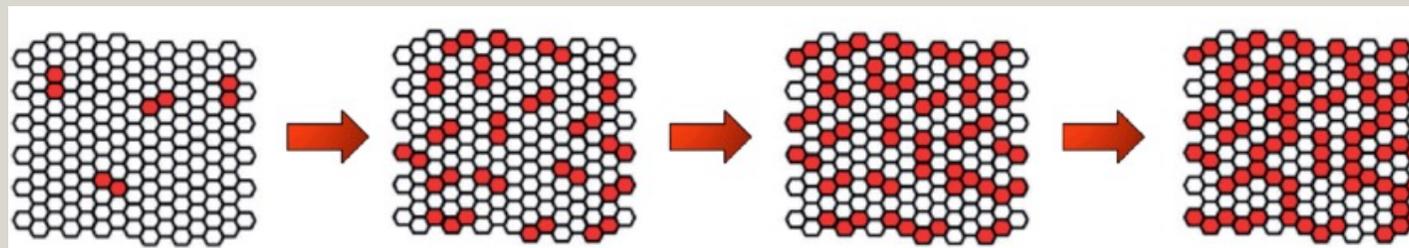
Reações de polimerização

Como se dá o crescimento da cadeia?

Polimerização em cadeia

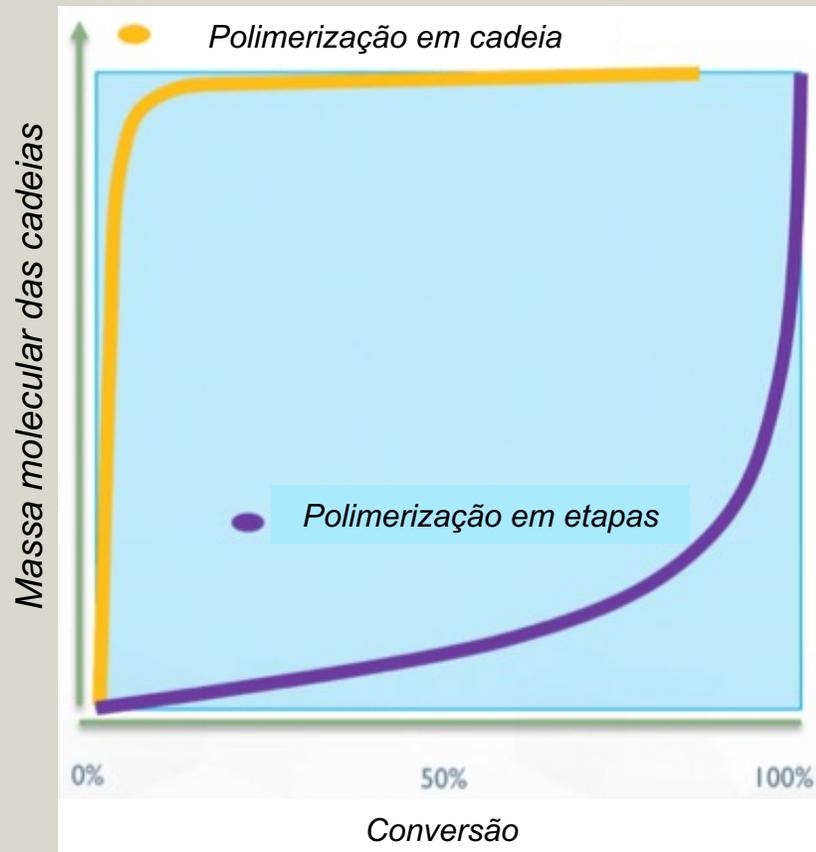


Polimerização em etapas



Reações de polimerização

Como se dá o crescimento da cadeia?



Diferenças consideráveis em relação à cinética de polimerização!

É IMPOSSÍVEL ATRIBUIR UM ÚNICO VALOR DE MASSA MOLECULAR A UM DADO POLÍMERO!!!

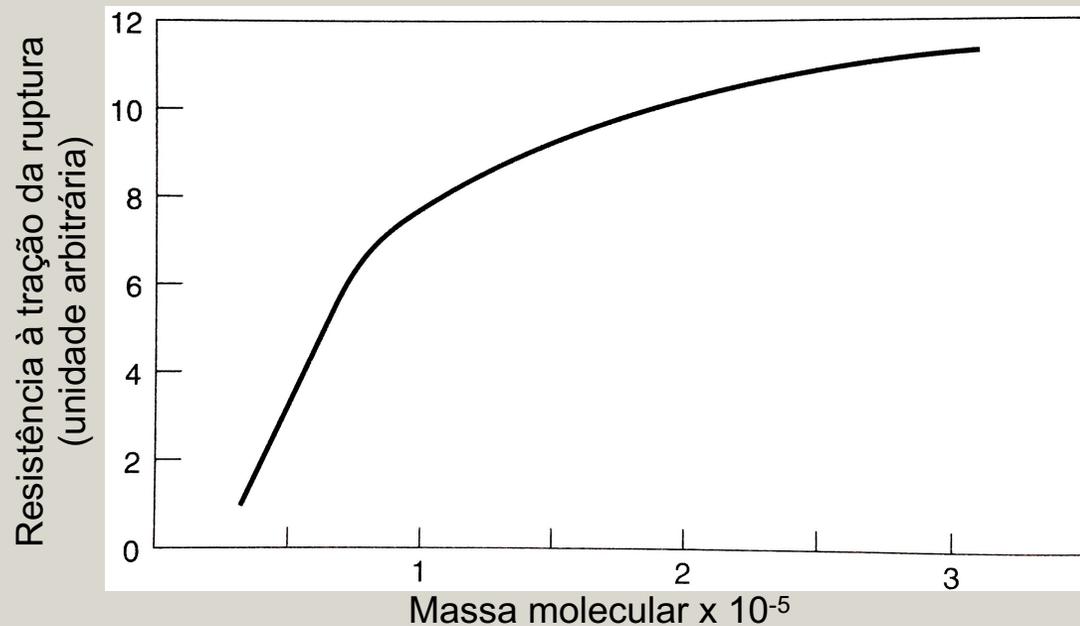
reação de polimerização: o comprimento da cadeia formada é totalmente determinado por eventos aleatórios

RESULTADO: mistura de cadeias de diferentes tamanhos. SEMPRE!

Massa molecular média

reação de polimerização: o comprimento da cadeia formada é totalmente determinado por eventos aleatórios

RESULTADO: *mistura de cadeias de diferentes tamanhos. SEMPRE!*



**POLÍMEROS NÃO SÃO
PRODUTOS HOMOGÊNEOS**

**AUSÊNCIA DE
UNIFORMIDADE
MOLECULAR**

**CADEIAS COM DIFERENTES
MASSAS MOLECULARES**

Forças moleculares primárias

Os átomos de uma molécula estão conectados entre si por **ligações primárias fortes**

Covalente

Metálica

Coordenada

Iônica ou eletrovalente

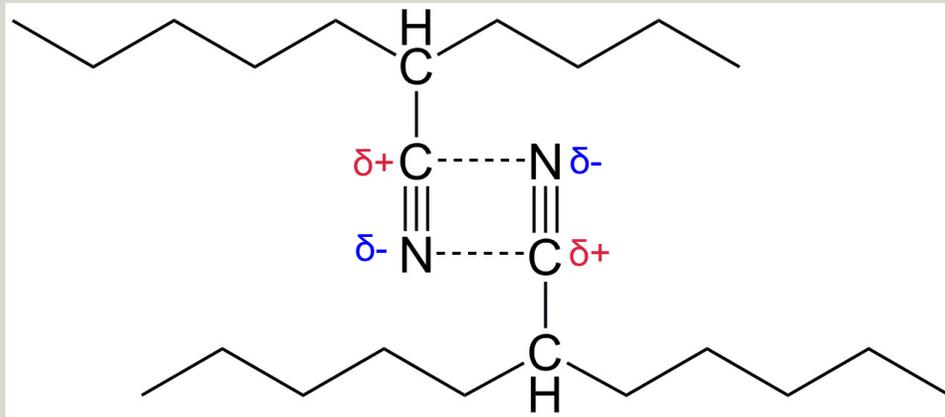
Compartilhamento de dois elétrons entre átomos

Ligação	Energia de ligação	Exemplo	Ligação	Energia de ligação	Exemplo
C≡N	213 kJ.mol ⁻¹	Poliacrilonitrila	Si-O	88 kJ.mol ⁻¹	Silicones
C≡C	194 kJ.mol ⁻¹		C-O	84 kJ.mol ⁻¹	Polié(s)ter
C=O	171 kJ.mol ⁻¹	Poliéster	C-C	83 kJ.mol ⁻¹	Polietileno
C=N	147 kJ.mol ⁻¹		S-H	81 kJ.mol ⁻¹	
C=C	147 kJ.mol ⁻¹	Polidienos	C-Cl	79 kJ.mol ⁻¹	PVC
C-F	120 kJ.mol ⁻¹	Polifluorados	C-N	70 kJ.mol ⁻¹	Poliamidas
C=S	114 kJ.mol ⁻¹		C-Si	69 kJ.mol ⁻¹	Silicones
O-H	111 kJ.mol ⁻¹	Polióis	C-S	62 kJ.mol ⁻¹	Vulcanização
C-H	99 kJ.mol ⁻¹	Polietileno	S-S	51 kJ.mol ⁻¹	Ponte de S
N-H	93 kJ.mol ⁻¹	Poliamidas	O-O	33 kJ.mol ⁻¹	Peróxidos

Forças moleculares secundárias

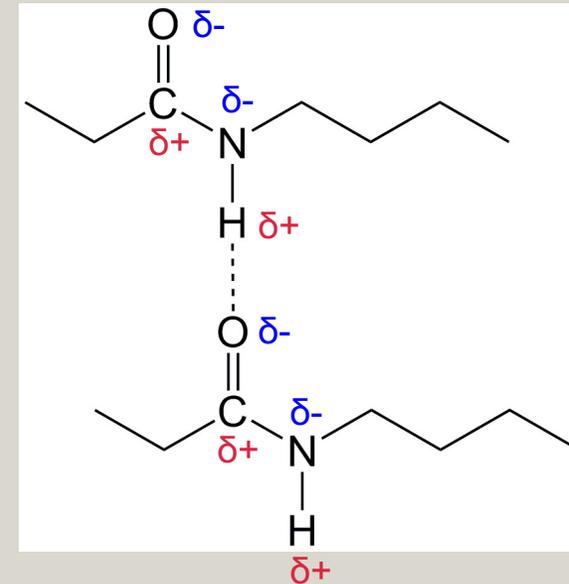
Ligações intermoleculares são forças entre segmentos de cadeias poliméricas que **umentam** com a presença de **grupos polares** e **diminuem** com o aumento da **distância** entre moléculas

Forças de Van der Waals



poliacrilonitrila

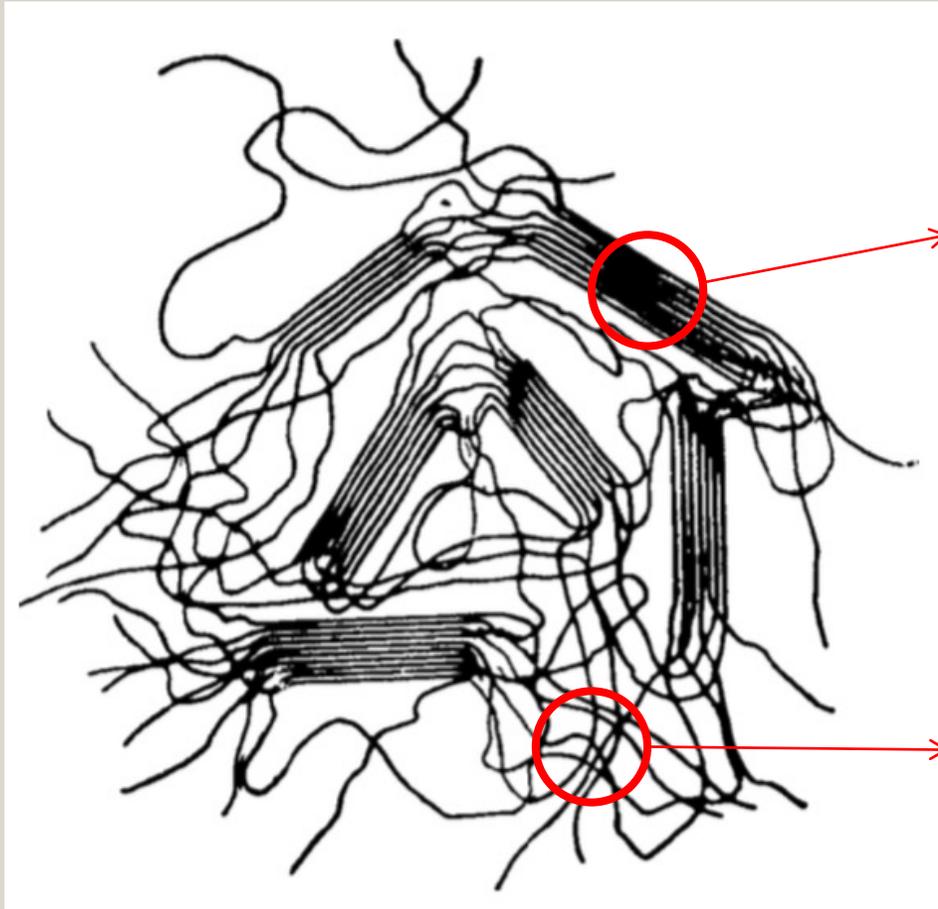
Ligações de Hidrogênio



poliamidas

Forças moleculares secundárias

Possibilitam a formação de **regiões cristalinas** entre cadeias poliméricas



Alto grau de interações intermoleculares
REGIÕES CRISTALINAS

Interações intermoleculares minimizadas
REGIÕES NÃO-CRISTALINAS
(amorfas)