



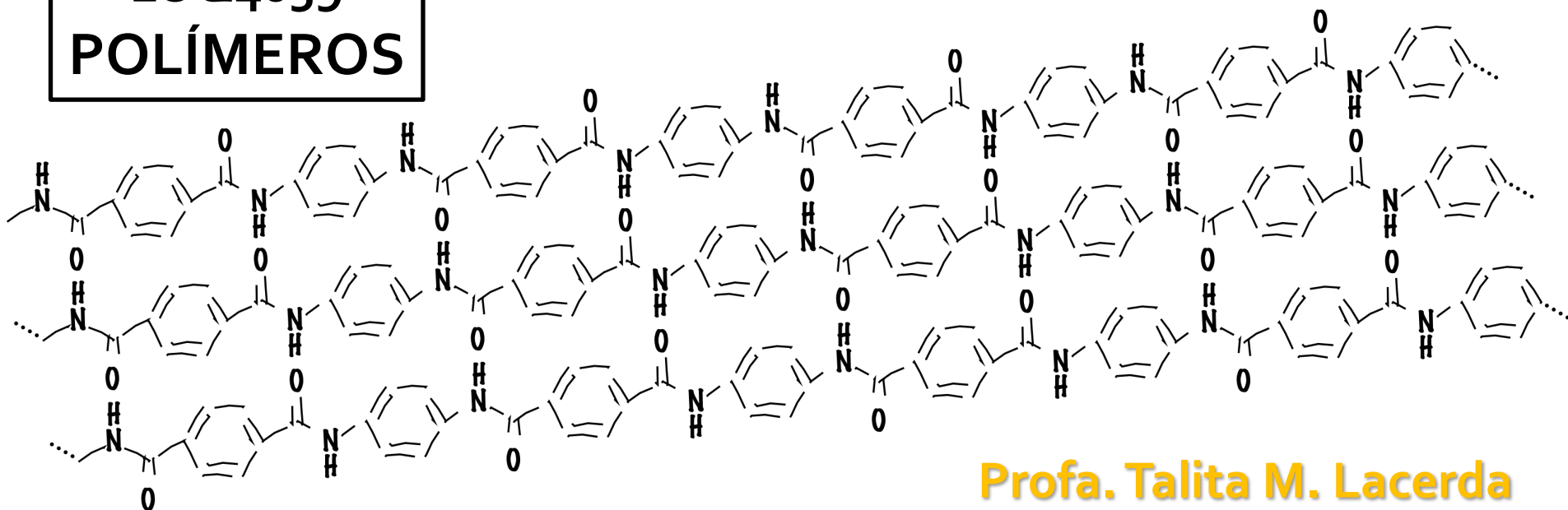
# UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

## ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA

### DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGIA



LOQ4059  
POLÍMEROS



**Profa. Talita M. Lacerda**

*Laboratório de Biopolímeros, Biorreatores e Simulação de Processos (LBBSim)*

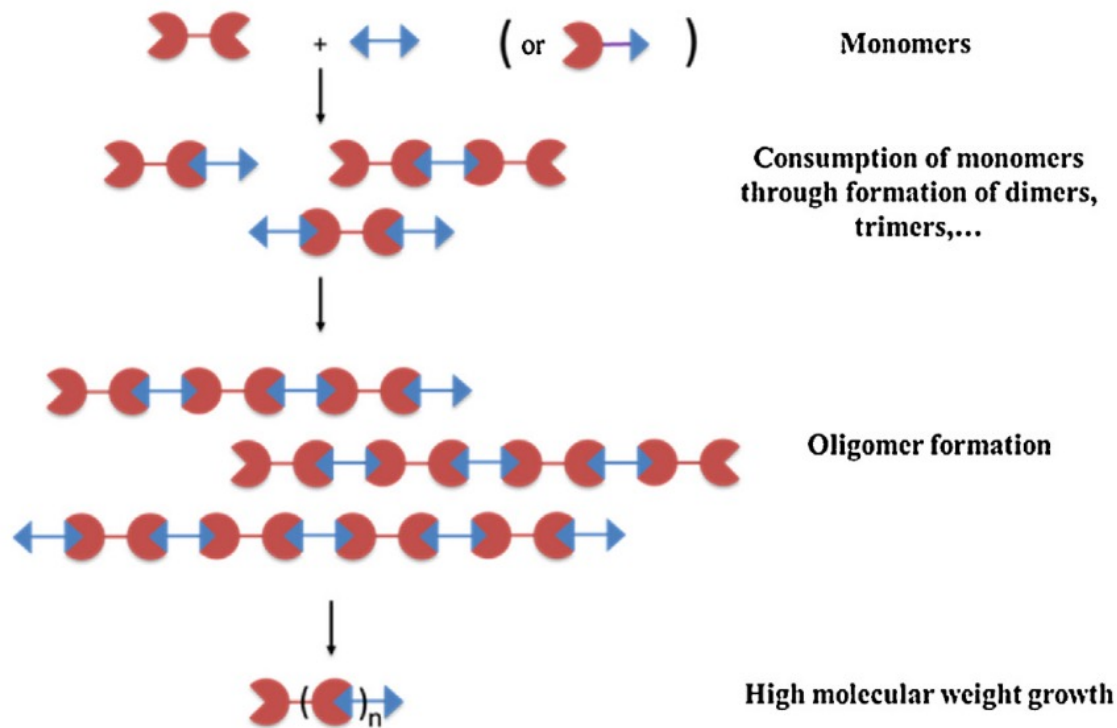
Departamento de Biotecnologia, Escola de Engenharia de Lorena

[talitalacerda@usp.br](mailto:talitalacerda@usp.br)

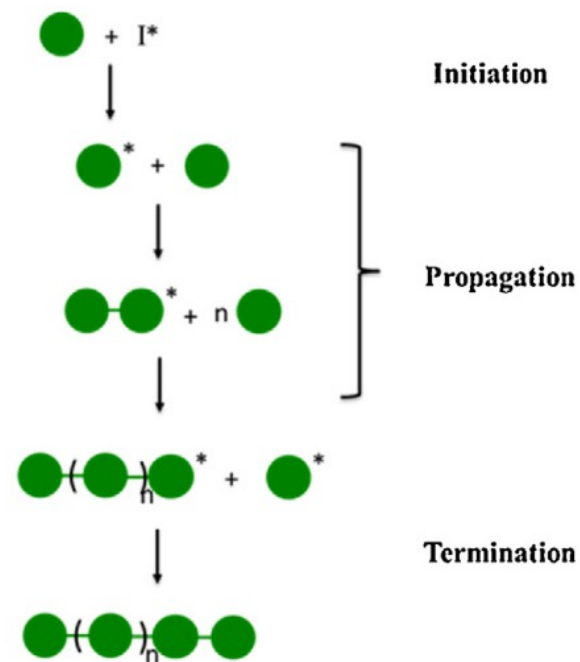
Polímeros podem ser classificados de acordo com as reações a partir das quais são obtidos:

1. Polímeros de condensação (crescimento em etapas) ✓
2. Polímeros de adição (crescimento em cadeia)

### POLIMERIZAÇÃO EM ETAPAS



### POLIMERIZAÇÃO EM CADEIA

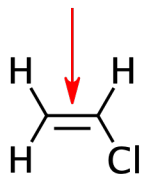
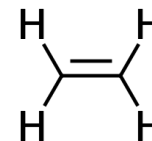


Polímeros podem ser classificados de acordo com as reações a partir das quais são obtidos:

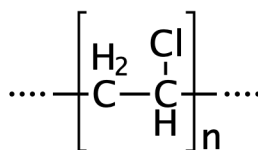
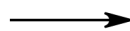
1. Polímeros de condensação (crescimento em etapas) ✓
2. Polímeros de adição (crescimento em cadeia)

## POLÍMEROS DE ADIÇÃO

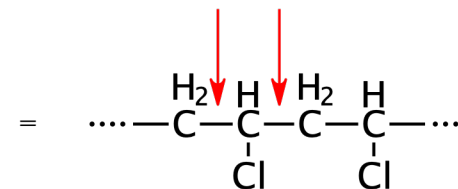
### MONÔMEROS OLEFÍNICOS



cloreto de vinila  
(monômero)



poli(cloreto de vinila)  
(polímero)



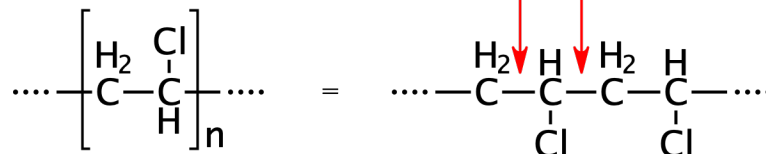
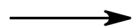
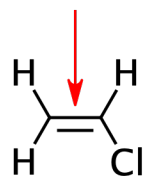
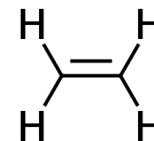
**DUPLA LIGAÇÃO:** possibilita a polimerização por adição  
duas ligações  $\sigma$  são sempre mais estáveis que uma ligação  $\sigma$  e uma ligação  $\pi$

Polímeros podem ser classificados de acordo com as reações a partir das quais são obtidos:

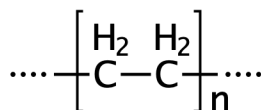
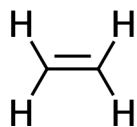
1. Polímeros de condensação (crescimento em etapas) ✓
2. Polímeros de adição (crescimento em cadeia)

## POLÍMEROS DE ADIÇÃO

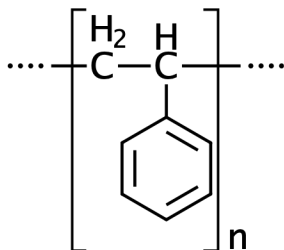
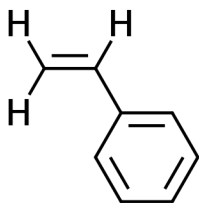
### MONÔMEROS OLEFÍNICOS



**PVC: ~ 65 milhões de toneladas/ano**



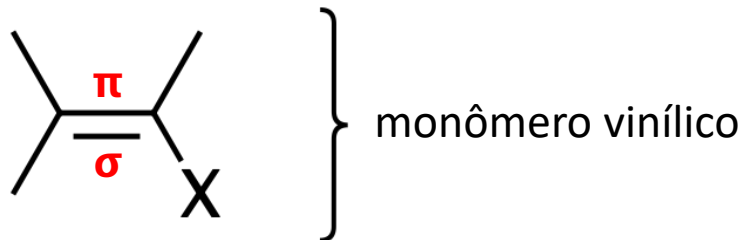
**Polietileno: ~ 100 milhões de toneladas/ano**



**Poliestireno: ~ 15-20 milhões de toneladas/ano**

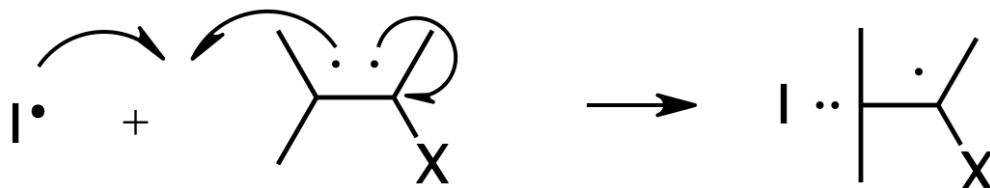
# POLIMERIZAÇÃO POR ADIÇÃO

Mecanismo passa por **intermediários**, os quais podem ser radiculares, catiônicos ou aniônicos

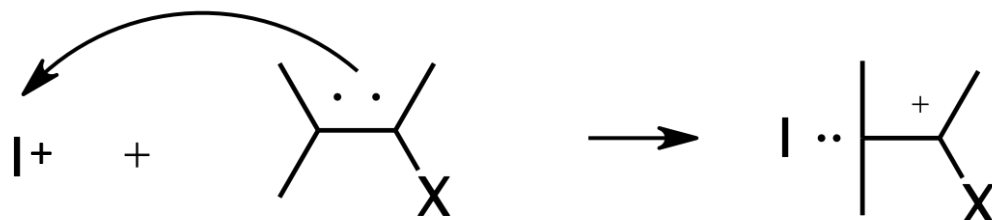


Ligação  $\pi$  do alceno reage com o iniciador via cisão homolítica ou heterolítica

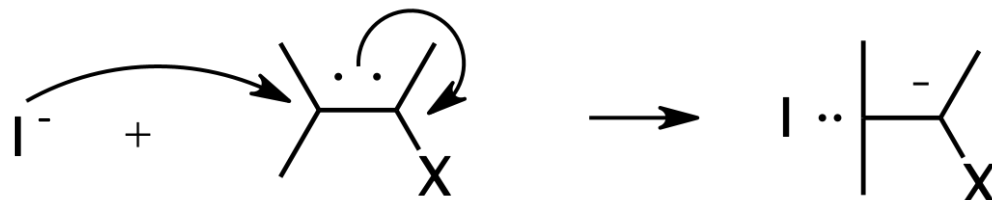
Se no meio reacional for gerada **espécie radicalar**



Se no meio reacional for gerado **um cátion**

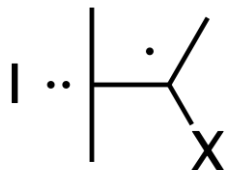


Se no meio reacional for gerado **um ânion**

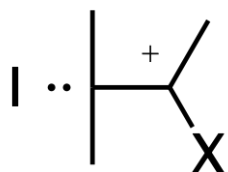


# POLIMERIZAÇÃO POR ADIÇÃO

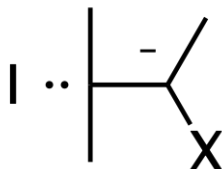
Mecanismo passa por **intermediários**, os quais podem ser radicalares, catiônicos ou aniônicos



INTERMEDIÁRIO  
RADICALAR



INTERMEDIÁRIO  
CATIÔNICO

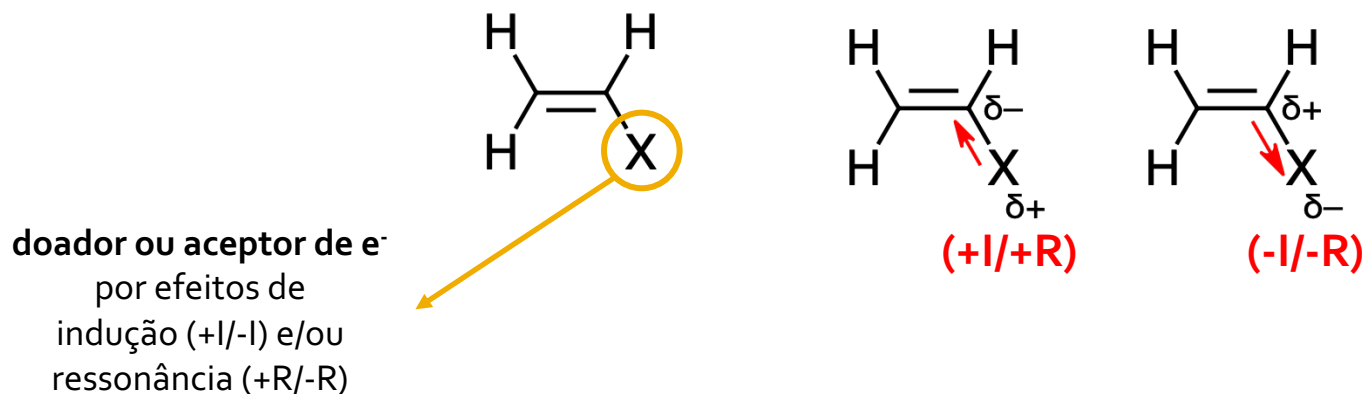


INTERMEDIÁRIO  
ANIÔNICO

**DEVEM SER ESTÁVEIS**  
estabilização frequentemente ocorre  
por efeitos de indução e/ou  
ressonância

# POLIMERIZAÇÃO POR ADIÇÃO

Mecanismo passa por **intermediários**, os quais podem ser radicalares, catiônicos ou aniônicos



**Grupos "X" alteram a distribuição da nuvem  $\pi$  de elétrons:**

**Se X é um grupo captor de  $e^-$  (-I/-R):**

↓ densidade de  $e^-$  na nuvem  $\pi$ ; favorecimento de mecanismo aniônico

**Se X é um grupo doador de  $e^-$  (+I/+R):**

↑ densidade de  $e^-$  na nuvem  $\pi$ ; favorecimento de mecanismo catiônico

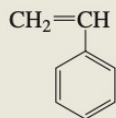
**Mecanismo radicalar (neutralidade elétrica):**

menos seletivo e mais frequentemente usado

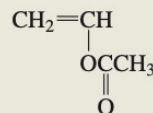
# POLIMERIZAÇÃO POR ADIÇÃO

Mecanismo passa por **intermediários**, os quais podem ser radiculares, catiônicos ou aniônicos

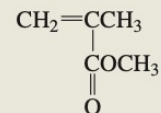
monômeros que são polimerizados por  
mecanismo radicalar



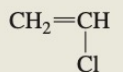
styrene



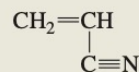
vinyl acetate



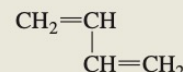
methyl methacrylate



vinyl chloride

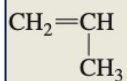


acrylonitrile

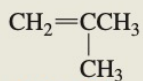


1,3-butadiene

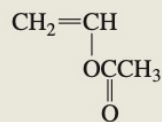
monômeros que são polimerizados por  
mecanismo catiônico



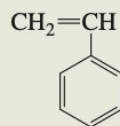
propylene



isobutylene

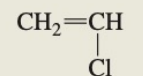


vinyl acetate

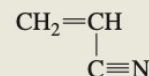


styrene

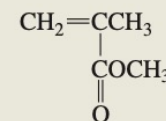
monômeros que são polimerizados por  
mecanismo aniônico



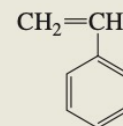
vinyl chloride



acrylonitrile



methyl methacrylate



styrene