



# Estratégia

Militares



# Estratégia

Militares



# Cinética Química

Prof. Thiago Cardoso



@thiagofernando.pe



Prof. Thiago Cardoso



# Catalisadores

Prof. Thiago Cardoso



[@thiagofernando.pe](#)



[Prof. Thiago Cardoso](#)

# Definição

São substâncias (ou materiais) que aumentam a velocidade de reação, sem ser consumidos durante o processo.

VELOCIDADE  
DE REAÇÃO

COLISÕES EM  
UMA ORIENTAÇÃO  
GEOMÉTRICA FAVORÁVEL

ENERGIA DE  
ATIVAÇÃO

CATALISADOR

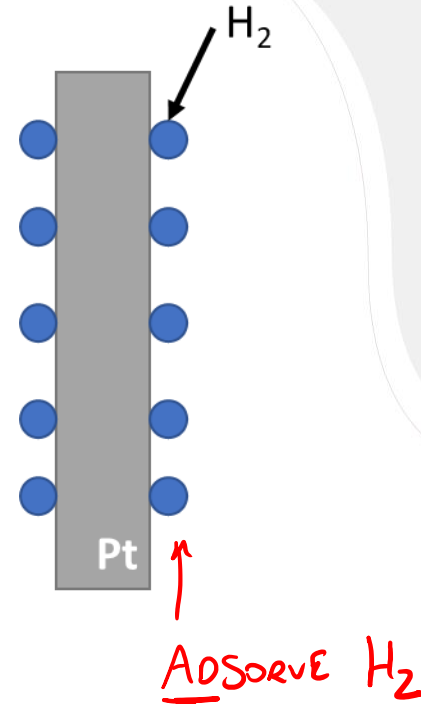
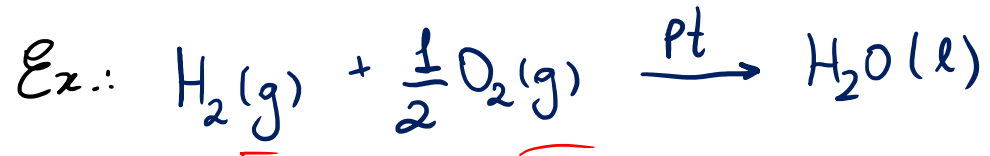
AUMENTAR A  
FREQUÊNCIA

DIMINUIR A  
ENERGIA DE ATIVAÇÃO //

# Catálise Heterogênea

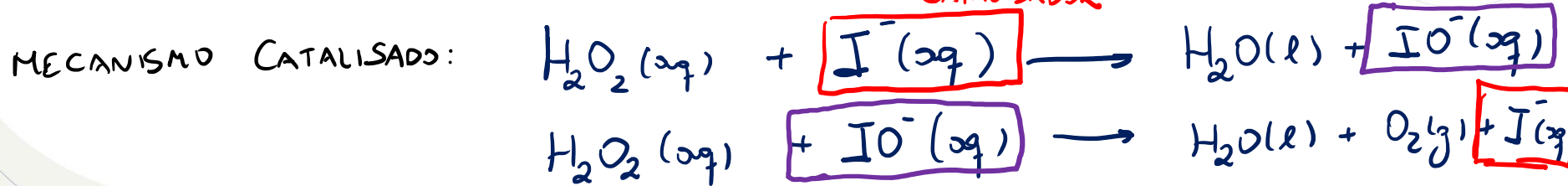
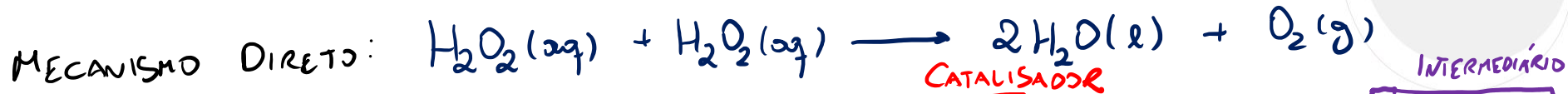
# Catálise Heterogênea

=> Quando o catalisador está numa fase diferente da fase dos reagentes.



# Catálise Homogênea

=> O catalisador está na mesma fase dos reagentes

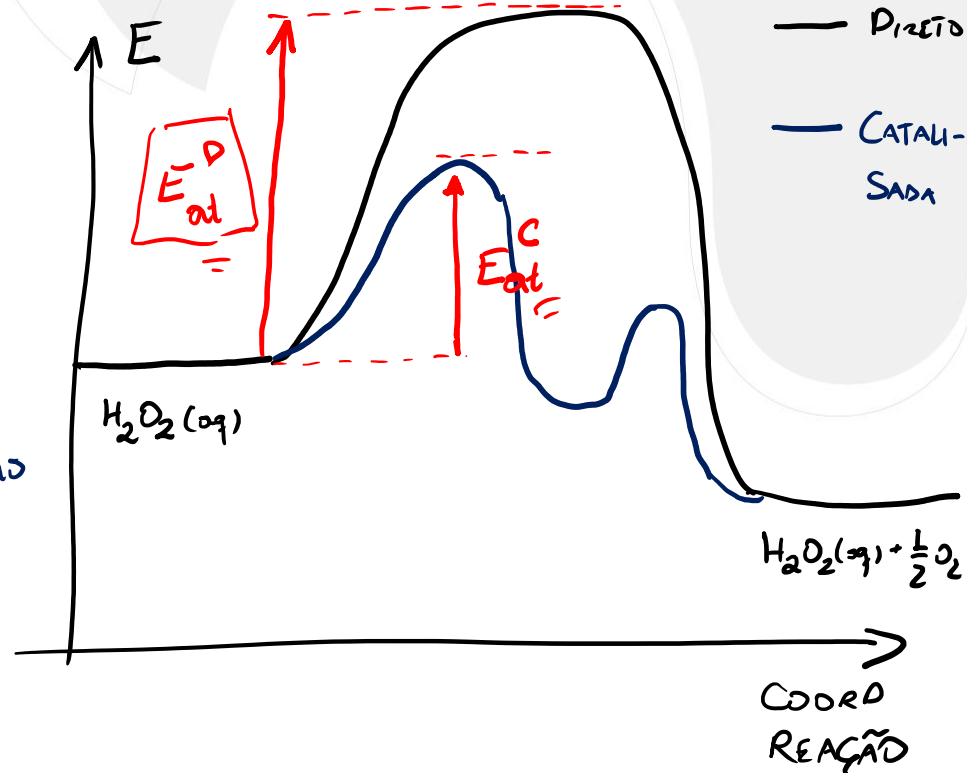




# Catálise Homogênea

O catalisador oferece um mecanismo alternativa para a reação, cuja ENERGIA DE ATIVAÇÃO é menor.

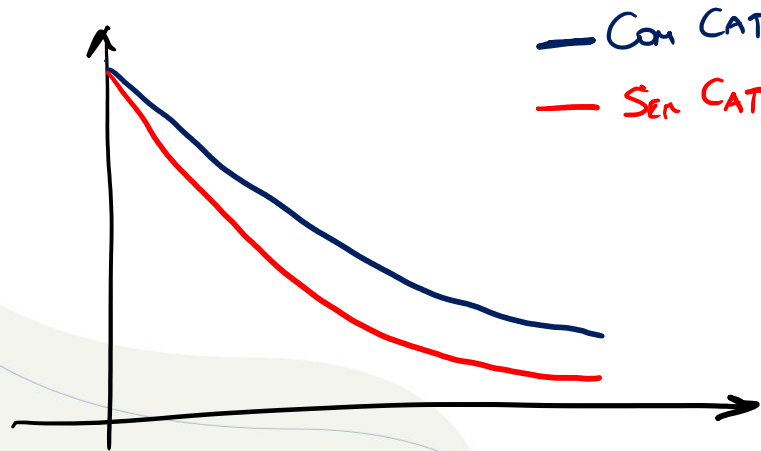
Obs.: O catalisador não exclui o mecanismo direto. Porém, o caminho catalisado é muito mais rápido que o caminho direto.



# Modos de Atuação do Catalisador

REGRA GERAL: diminui a Energia de Ativação da Reação  
oferece um mecanismo alternativo de reação

GRÁFICO DE VELOCIDADE ( $v = k[A]$ )





# Catalisadores: Efeitos Termodinâmicos

Prof. Thiago Cardoso



@thiagofernando.pe



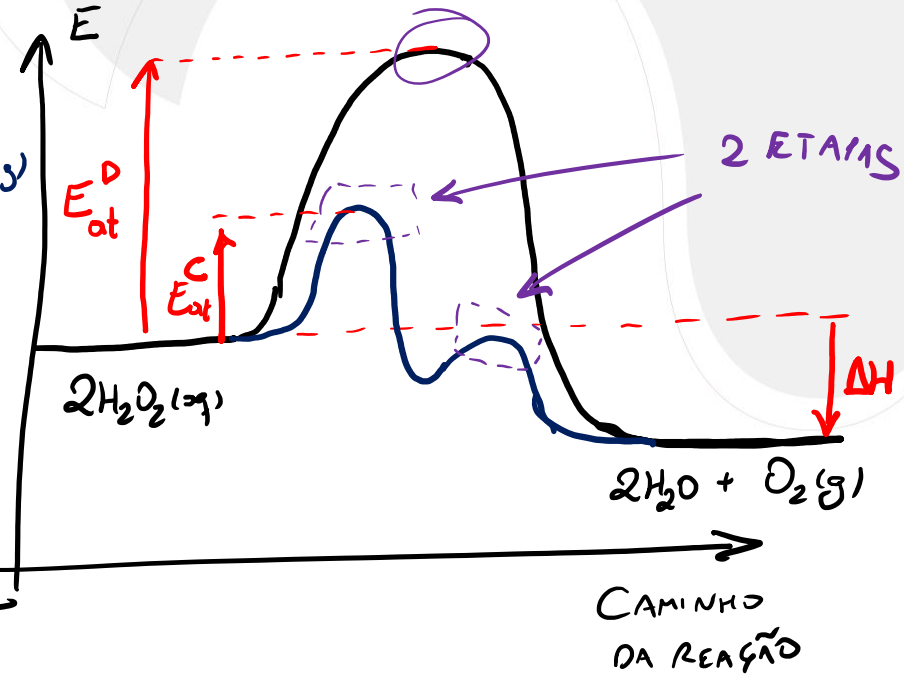
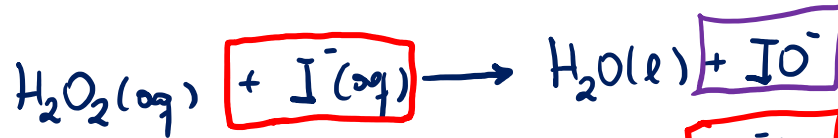
Prof. Thiago Cardoso

# Caminho de Reação Catalisada

=> MECANISMO DIRETO:



=> MECANISMO CATALISADO:



## Caminho de Reação Catalisada

- \* O catalisador não afeta o  $\Delta H$  da reação
- \* O catalisador diminui a Energia de Ativação

# O Catalisador afeta a espontaneidade da Reação?

Não.



# O Catalisador exclui o mecanismo direto?

*Não.*



# Catalisadores: Enzimas

Prof. Thiago Cardoso



@thiagofernando.pe



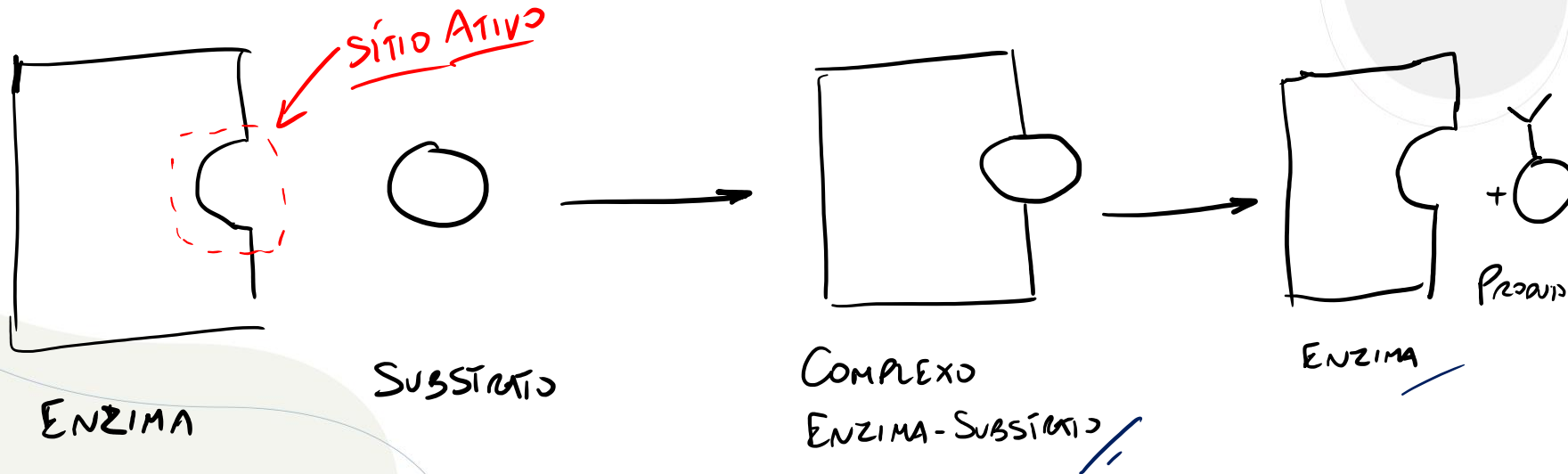
Prof. Thiago Cardoso



# Mecanismo Chave-Fechadura

=> É UM CATALISADOR ULTRA-ESPECÍFICO, ATUANDO EM UMA ÚNICA REAÇÃO

=> NÃO É CONSUMIDA NO PROCESSO

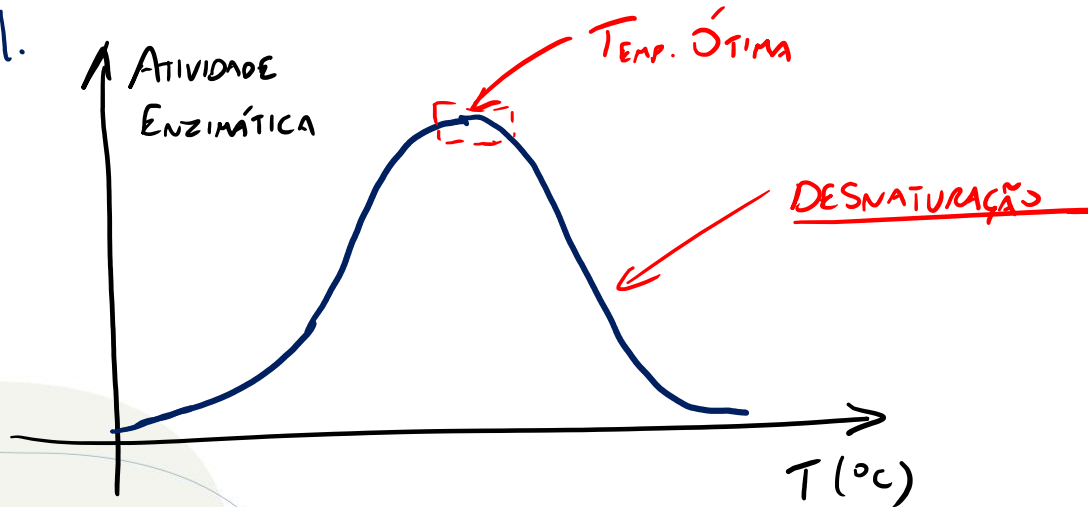


# Mecanismo Chave-Fechadura

# Desnaturação de Enzimas

=> TEMPERATURA ÓTIMA: é a temperatura, na qual a atividade enzimática é máxima.

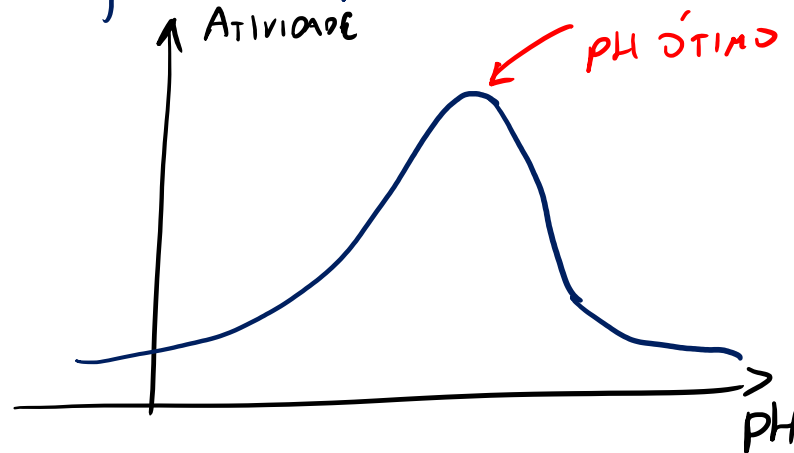
\* Em temperaturas elevadas, a enzima sofre desnaturação irreversível.



# Desnaturação de Enzimas

=> pH ÓTIMO:

- ↳ Quando submetidas a uma faixa pH distante do ideal, a enzima sofre desnaturação
- \* A desnaturação por efeito de pH é reversível





# Venenos de Catalisador

Prof. Thiago Cardoso



@thiagofernando.pe



Prof. Thiago Cardoso

# Inibidores de Reação

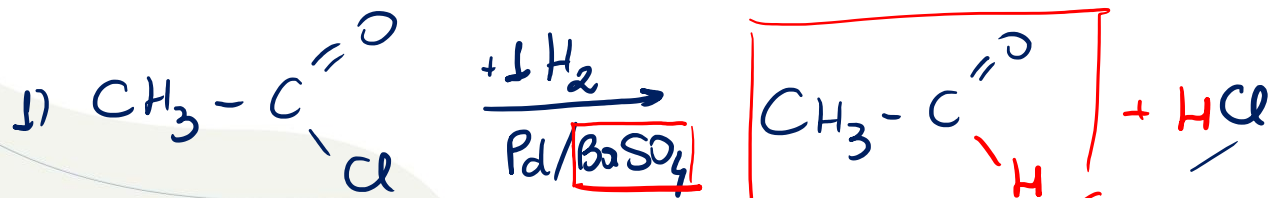
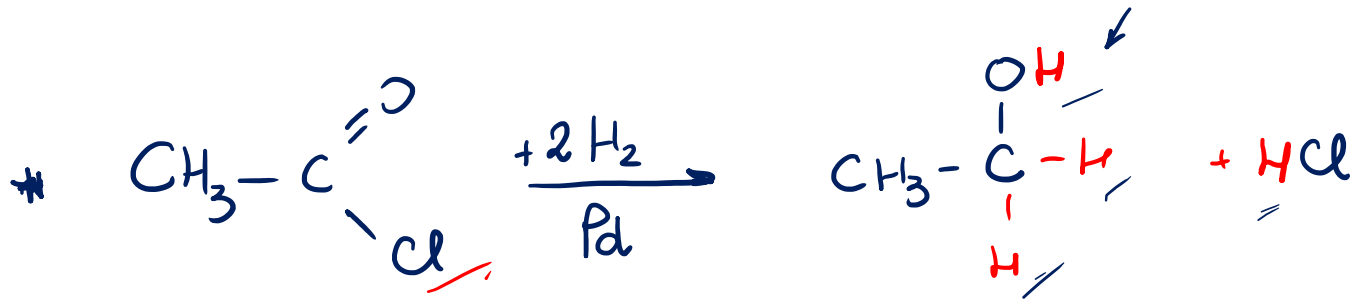
- \* INIBIDOR: impede que os reagentes reajam
- \* VENENO DE CATALISADOR: diminui o poder do catalisador

## Exemplo: Conservantes de Alimentos

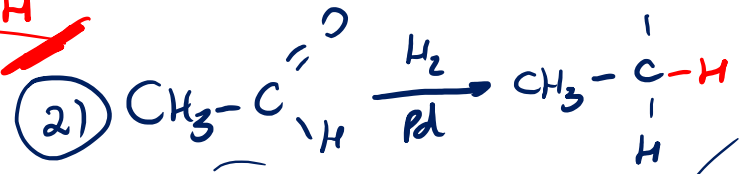
Ex.: NITRITO ( $\text{NO}_2^-$ ), SAL, AÇÚCAR

# Exemplo: Pd/BaSO<sub>4</sub> (PALÁDIO ENVENENADO)

=> SULFATO DE BÁRIO (BaSO<sub>4</sub>): diminui o poder catalítico do paládio



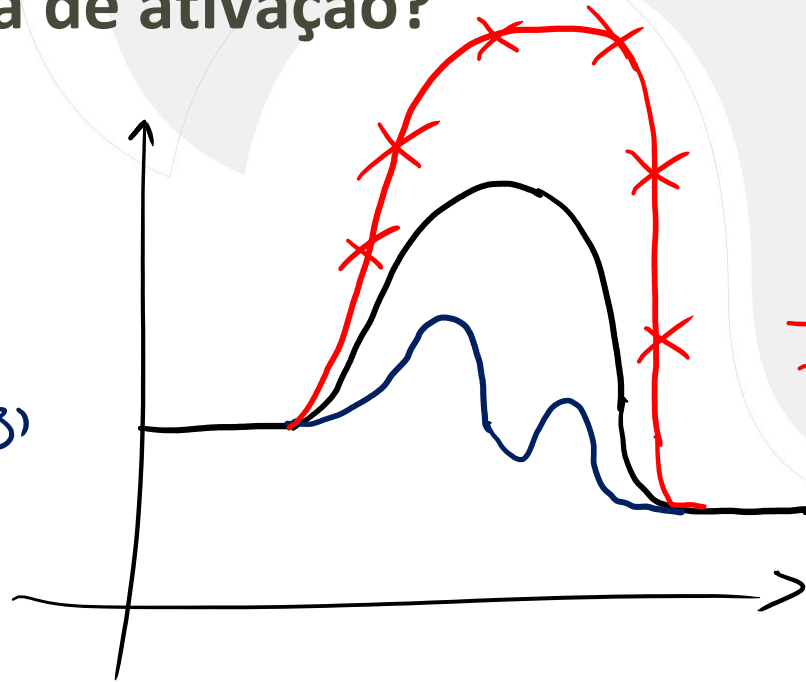
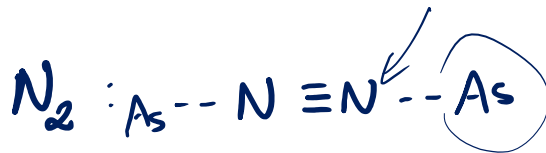
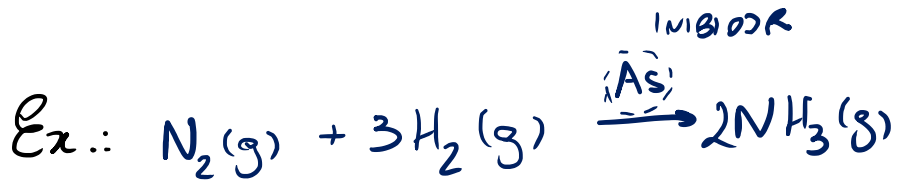
VENENO DO  
CATALISADOR





# O inibidor altera a energia de ativação?

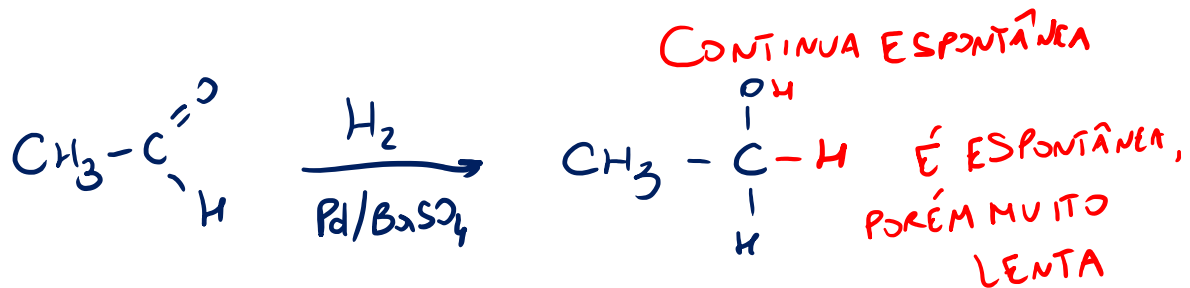
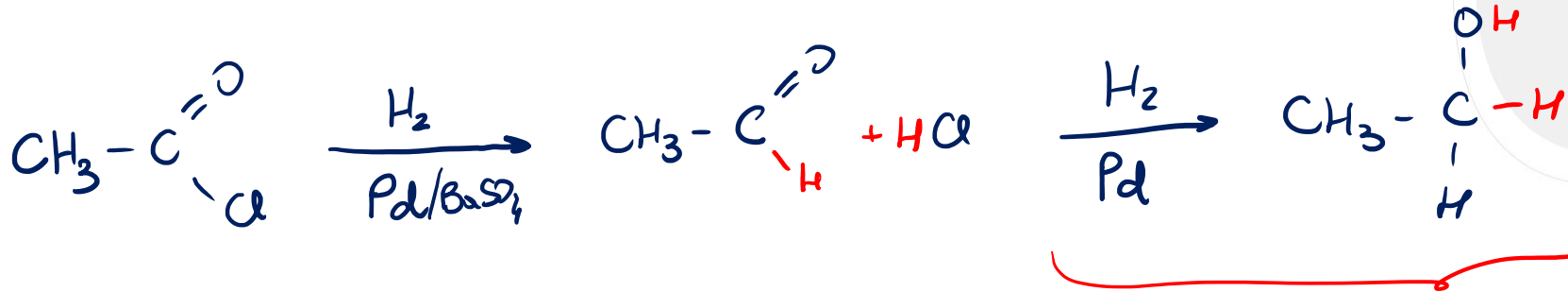
=> Não faz sentido.



- DIRETO
- CATALISADO
- INIBIDOR?

# O inibidor altera a espontaneidade de reação?

Não.





# Catalisadores x Intermediários

Prof. Thiago Cardoso



@thiagofernando.pe

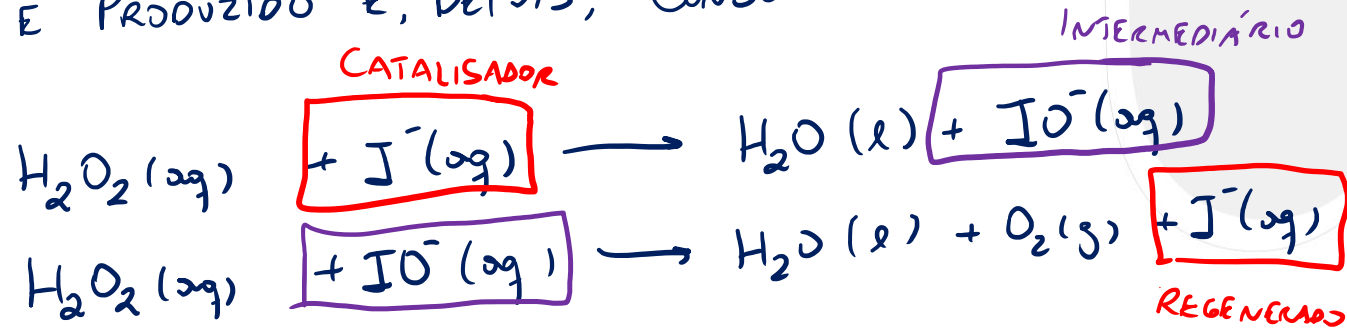


Prof. Thiago Cardoso

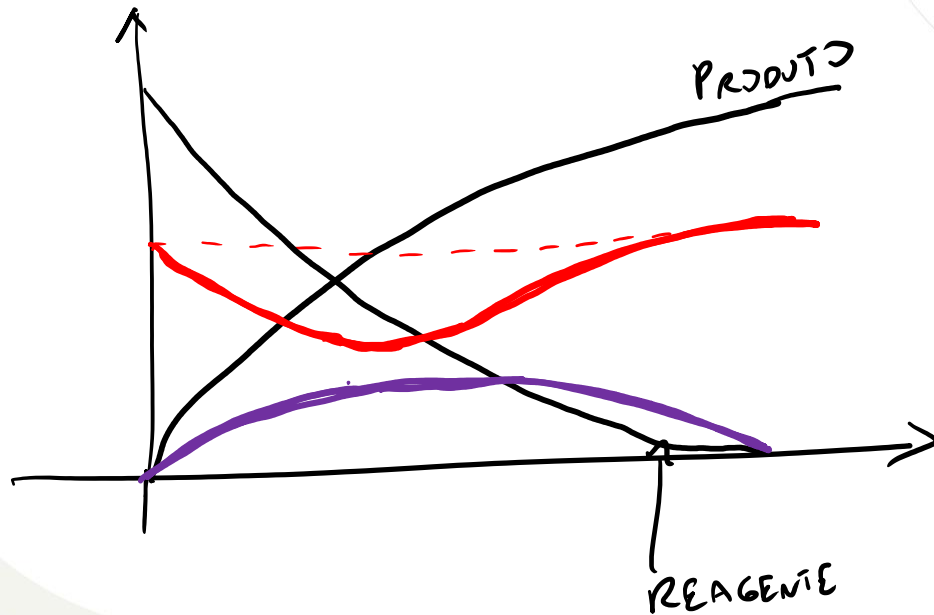
# Catalisadores x Intermediários

=> O CATALISADOR É CONSUMIDO E, DEPOIS, REGENERADO

=> O INIBIDOR É PRODUZIDO E, DEPOIS, CONSUMIDO



# Gráficos ao Longo da Reação



— REAGENTE

— PRODUTO

— CATALISADOR

— INTERMEDIÁRIO

# Gráficos ao Longo da Reação



# Equação de Arrhenius

Prof. Thiago Cardoso



@thiagofernando.pe



Prof. Thiago Cardoso

# Equação de Arrhenius

=> estuda o efeito da temperatura sobre um mecanismo de reação e sobre sua constante de velocidade

$$k = \underbrace{A}_{\text{FATOR PRÉ-EXPONENCIAL:}} \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}} \underbrace{\phantom{e^{-\frac{E_a}{RT}}}}_{\text{FATOR EXPONENCIAL:}}$$

$E_a$ : ENERGIA DE ATIVAÇÃO  
 $R$ : CONSTANTE UNIV. DOS GASES  
 $T$ : TEMPERATURA ABSOLUTA

FATOR PRÉ-EXPONENCIAL:  
 FREQUÊNCIA DE CHOQUES  
 COM ORIENTAÇÃO GEOMÉ-  
TRICA FAVORÁVEL

FATOR EXPONENCIAL:  
 PERCENTUAL DE COLISÕES  
 EM QUE ENERGIA DAS MOLÉCULAS  
 É SUPERIOR À ENERGIA DE ATIVAÇÃO

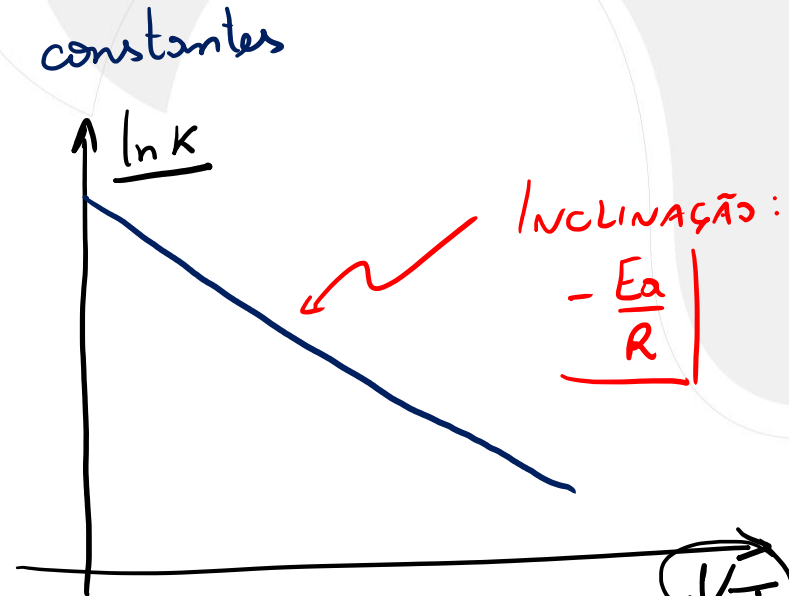


# Equação de Arrhenius

=> Considerando  $A$  e  $E_a$  constantes

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$



=> Conclusão: quanto maior  $E_a$ , maior o efeito da temperatura sobre a constante de velocidade.

\* Obs.: nas reações catalisadas, o valor de  $K$  varia menos com a temperatura

# Equação de Arrhenius

$$(27 + 273 = 300 \text{ K})$$

$$K_1 = 1$$

a  $27^\circ \text{C}$

$K_2 = ?$

$$(327 + 273 = 600 \text{ K})$$

a  $327^\circ \text{C}$

$$E_a = 2493 \text{ J/mol}$$

$$k_1 = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

$$1 = A \cdot e^{-\frac{2493}{8,31 \cdot 300}}$$

$$1 = A \cdot e^{-1} = A e^{-1}$$

$$\therefore A = \frac{1}{e^{-1}} = e$$

$$k_2 = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT_2}}$$

$$k_2 = e \cdot e^{-\frac{2493}{8,31 \cdot 600}}$$

$$k_2 = e \cdot e^{-1/2}$$

$$k_2 = e^1 \cdot e^{-1/2} = e^{1-1/2} = e^{1/2}$$

$$k_2 = \sqrt{e} = \sqrt{2,718} \approx 1,649$$

# Equação de Arrhenius



# Reações de Ordem Zero

Prof. Thiago Cardoso



@thiagofernando.pe



Prof. Thiago Cardoso

# Que equações estudamos?

REAÇÕES DE DECOMPOSIÇÃO



# Reação de Ordem Zero

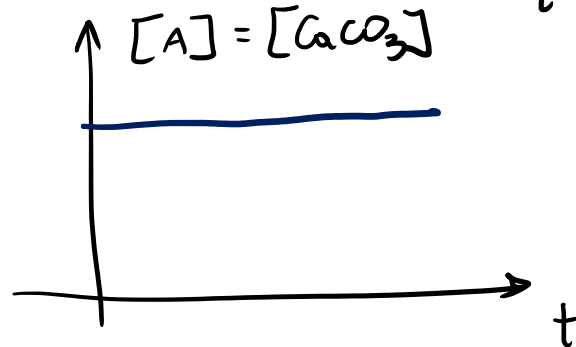
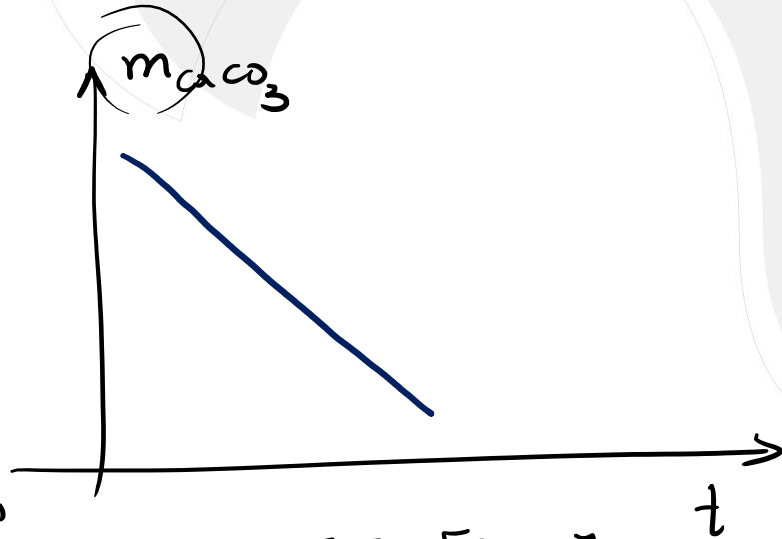
$$v = k$$

$$* [A] = [A]_0 - kt$$

$$m_A = m_0 - kt$$



Obs.: Se o reagente for sólido ou líquido



# Reação de Ordem Zero

$$v = k$$

Obs.: Existem fatores que influenciam  $k$

\* ÁREA DE CONTATO

\* TEMPERATURA

\* CATALISADOR

## Área de Contato entre os Reagentes

=> Nas reações envolvendo sólidos e líquidos, a área de contato entre os reagentes influencia a velocidade de reação.



# Efeito da Temperatura



# Reações de Primeira Ordem

Prof. Thiago Cardoso



@thiagofernando.pe



Prof. Thiago Cardoso

# Decaimento Exponencial

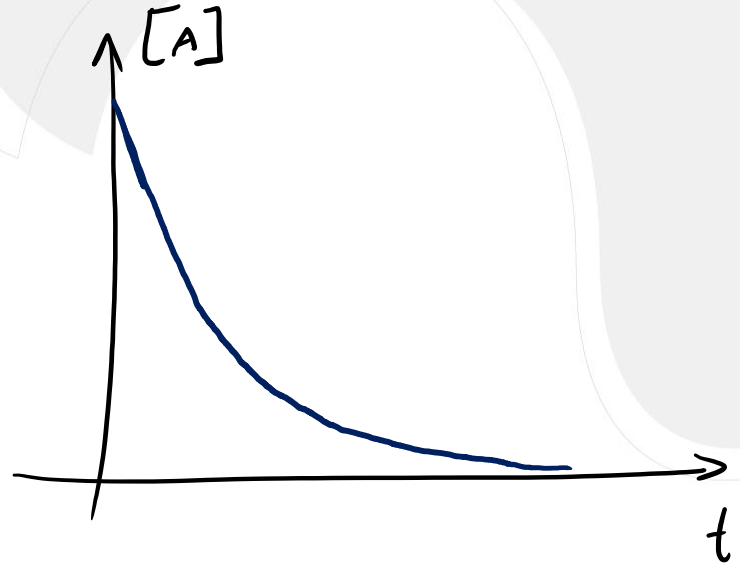
Característica:  $v = k \cdot [A]$

$$[A] = [A]_0 \cdot e^{-kt}$$

$$[A] = [A]_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

NÚMERO  
DE  
MEIAS-VIDAS

$$n = \frac{t}{t_{1/2}}$$



# Decaimento Exponencial

Obs.: TEMPO DE MEIA-VIDA

Cafeína  $t_{1/2} = 6h$

$$K = \frac{\ln 2}{6} \approx \frac{0,693}{6} = \underline{0,1155}$$

$$500 \text{ mg} \xrightarrow{+6h} \underline{250 \text{ mg}} \xrightarrow{+6h} 125 \text{ mg} \xrightarrow{+6h} 62,5 \text{ mg}$$

$t = 24h$ ?

$$n = \frac{24}{6} = 4$$

$$m = m_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n = 500 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^4 = 500 \cdot \frac{1}{16}$$

$$m \approx \underline{31,25 \text{ mg}}$$

$$V_{6h} = 0,1155 \cdot 250 = 28,875 \text{ mg/h}$$

# Decaimento Exponencial

\* CÁLCULO DO TEMPO DE MEIA-VIDA:

$$[A] = \frac{[A]_0}{2} \quad t = t_{1/2}$$

$$[A] = [A]_0 \cdot e^{-kt}$$

$$\frac{\cancel{[A]}_0}{2} = \cancel{[A]}_0 \cdot e^{-kt_{1/2}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-kt_{1/2}}$$

$$\ln\left(+\frac{1}{2}\right) = -kt_{1/2}$$

$$-\ln 2 = -kt_{1/2}$$

$$\ln 2 = kt_{1/2} \therefore$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

# Decaimento Exponencial $(v = k[A])$

\* DECAEM EXPONENCIALMENTE COM O TEMPO:

=> CONCENTRAÇÃO DO REAGENTE

=> VELOCIDADE DE REAÇÃO

$$* t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

\* O TEMPO DE MEIA-VIDA É CONSTANTE

$$* [A] = [A]_0 \cdot e^{-kt} = [A]_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

$$n = \frac{t}{t_{1/2}}$$



# Reações de Segunda Ordem

Prof. Thiago Cardoso



@thiagofernando.pe

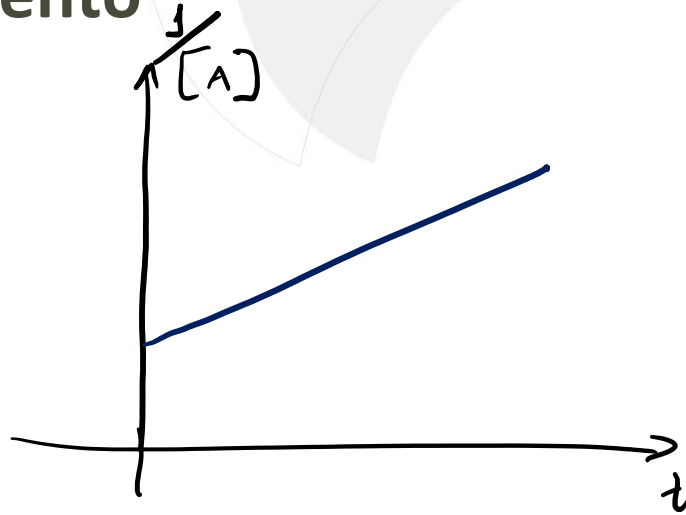


Prof. Thiago Cardoso

# Expressão de Decaimento

$$v = k[A]^2$$

$$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$$



Obs.: Nas reações de 2ª Ordem, o tempo de meia-vida não é constante



## Decaimento de 2ª Ordem

Ex.: Cafeína  $m_0 = 500 \text{ mg}$  e Reação de 2ª Ordem  $t_{1/2} = 6 \text{ h}$ .

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{m_0} + kt = \frac{1}{0,5} + kt = 2 + kt \quad \therefore \boxed{\frac{1}{m} = 2 + \frac{t}{3}}$$

Para  $t = 6 \text{ h}$ ,  $m = 250 \text{ mg}$

$$\frac{1}{0,25} = 2 + k \cdot 6$$

$$4 = 2 + 6k$$

$$4 - 2 = 6k$$

$$2 = 6k \quad \therefore k = \frac{2}{6} = \frac{1}{3} \text{ /h}$$

$$t = 24 \text{ h?}$$

$$\frac{1}{m} = 2 + \frac{24}{3} = 2 + 8 = 10$$

$$\therefore m = \frac{1}{10} = 0,1 \text{ g} = 100 \text{ mg}$$

# Decaimento de 2ª Ordem

$$\frac{1}{[A]} = \frac{1}{[A]_0} + kt$$

Para  $t = t_{1/2}$   $[A] = \frac{[A]_0}{2}$

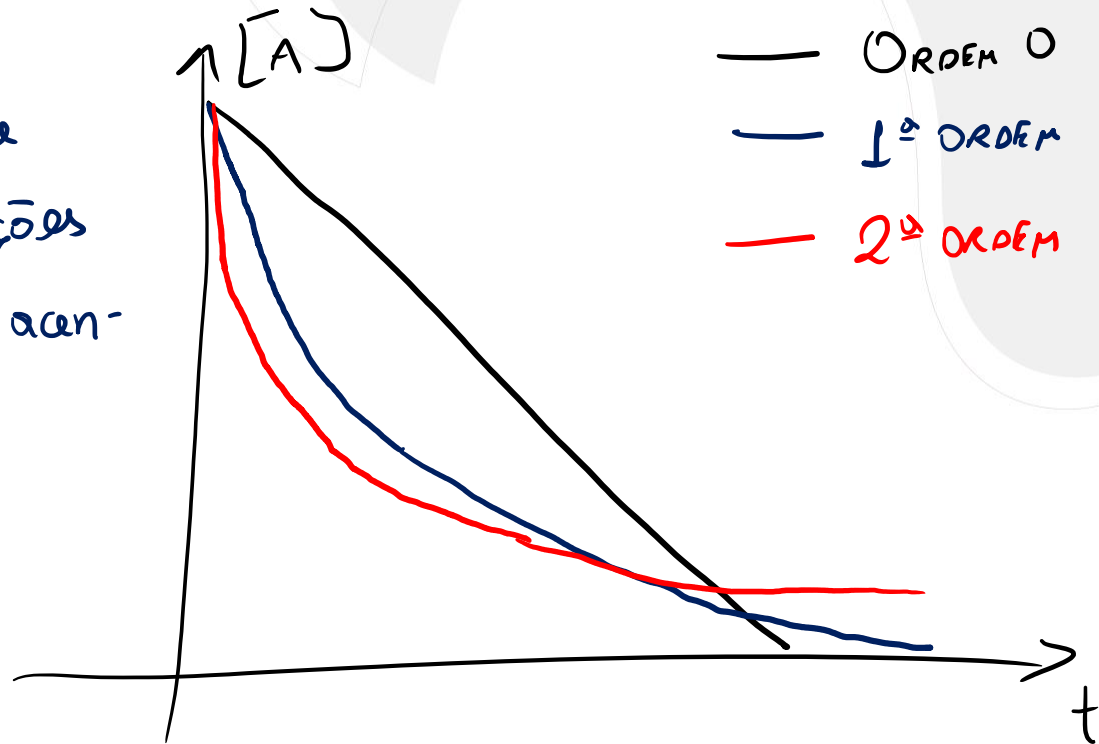
$$\frac{2}{[A]_0} = \frac{1}{[A]_0} + kt_{1/2}$$

$$\frac{1}{[A]_0} = kt_{1/2} \therefore$$

$$t_{1/2} = \frac{1}{k \cdot [A]_0}$$

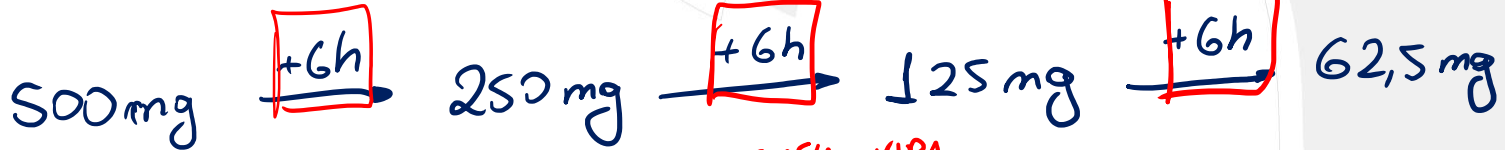
# Qual decaimento é mais rápido? Ordem 0, 1 ou 2?

⇒ O decréscimo de velocidade nas reações de 2ª ordem é mais acentuado.



# Qual decaimento é mais rápido? Ordem 0, 1 ou 2?

1<sup>o</sup> ORDEM:  
 $t_{1/2} = 6h$



TEMPO DE MEIA-VIDA  
 CRESCE

2<sup>o</sup> ORDEM:  
 $t_{1/2} = 6h$



$6 + 12 + 24 = 42h //$





# Estratégia

Militares