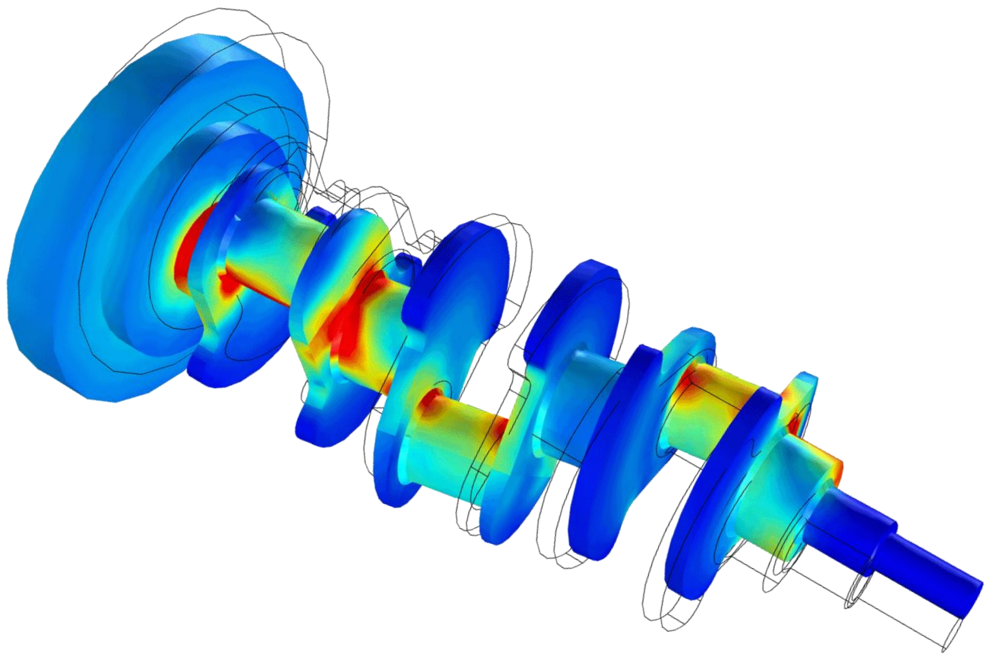
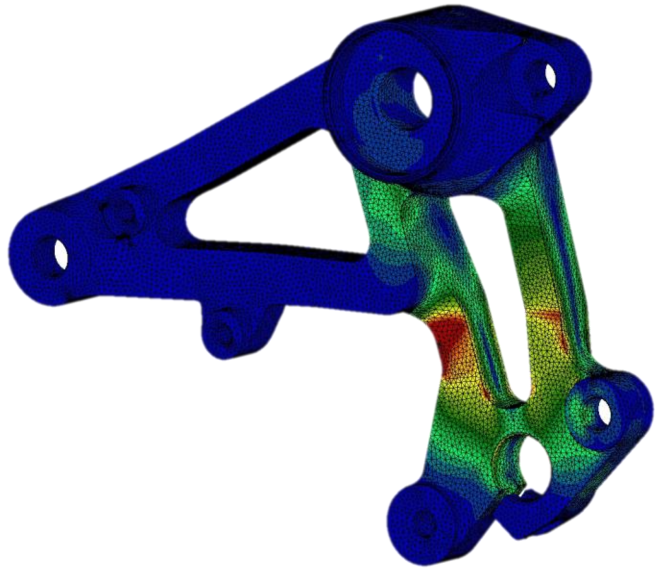
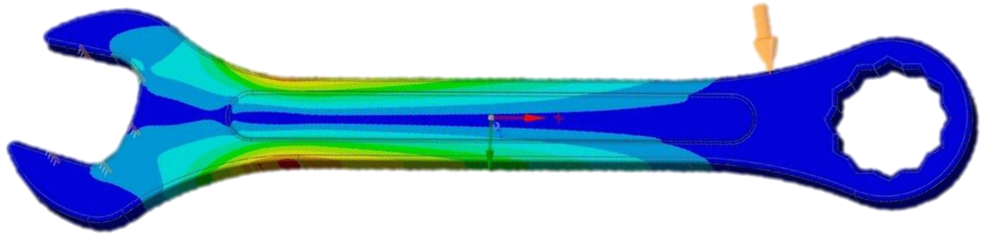
Esforços Internos







Prof. Assoc. Flávio D. Marques & Prof. Assoc. Leopoldo de Oliveira

https://www.youtube.com/watch?v=9cbF9A6eQNA

Nesta Tópico:

vídeo-aula 1

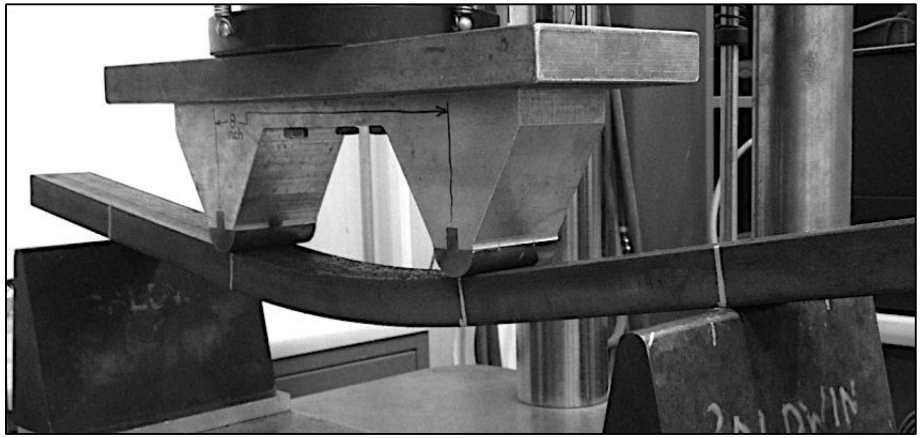
- Definições
- Resolução pelo Método da Seção

vídeo-aula 2

- Diagramas de esforços ”VNM”
- Relações entre função carregamento e os diagramas de esforços internos

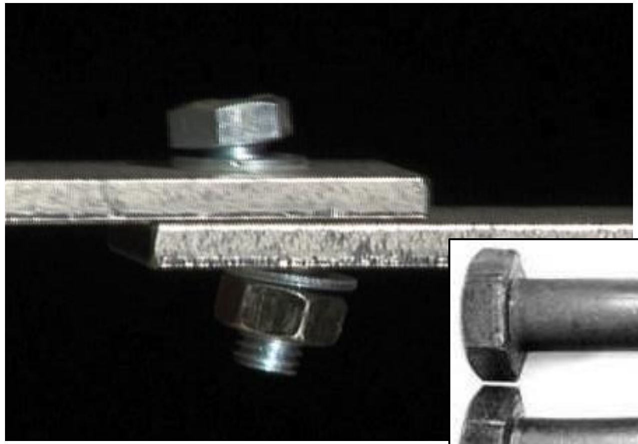
- Estruturas de máquinas são normalmente concebidas por elementos **sólidos de materiais com propriedades uniformes**.
- Os elementos de estruturas mecânicas também podem ser considerados **perfeitamente rígidos**, contudo tal hipótese tem muitas limitações.
- De fato, componentes de máquinas se **deformam pela ação de esforços externos**.
- **Esforços internos se propagam pela estrutura** devido a interação (em escala microscópica) das forças de coesão nos materiais.

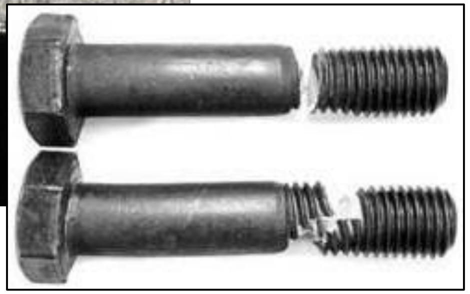
- Se as estruturas podem se **deformar** pela ação de **forças externas**
- Deve haver um **limite** para os carregamentos externos.
- Além desse limite, as **forças de coesão não são suficientes** para **manter a integridade**
- Nessas condições, as estruturas **FALHAM!**

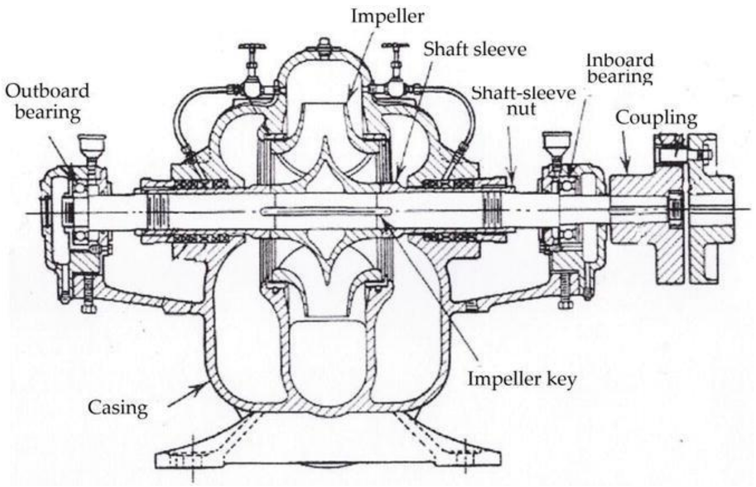


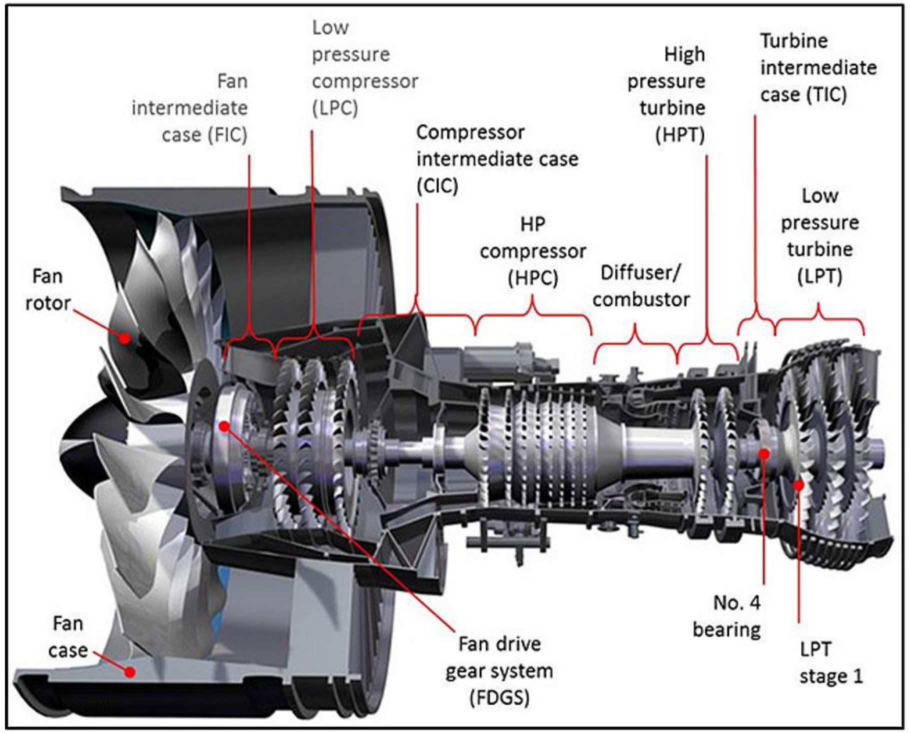
As estruturas normalmente falham em pontos onde os esforços internos ultrapassam os limites dos materiais.

Calcular os esforços internos é essencial para projetar componentes de máquinas.





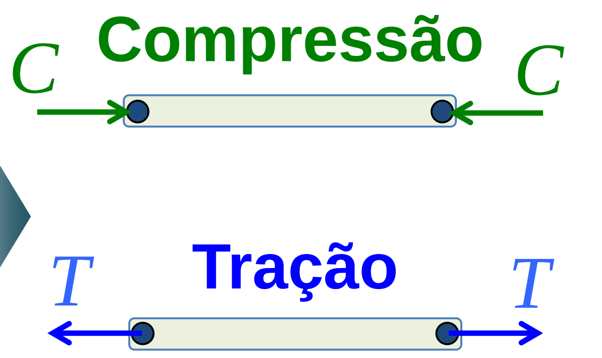
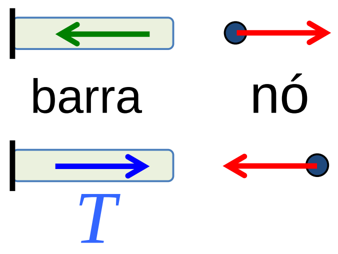




https://www.youtube.com/watch?v=9cbF9A6eQNA

https://www.youtube.com/watch?v=9cbF9A6eQNA

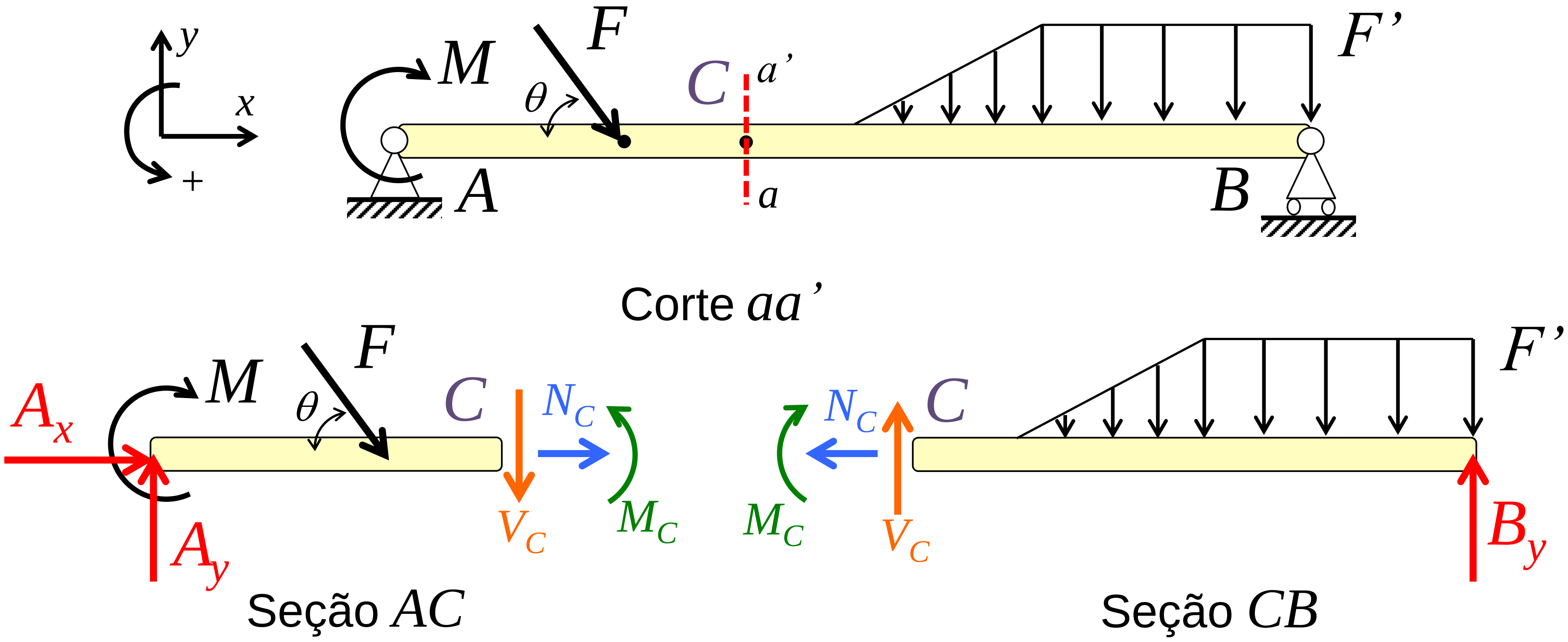
Como consequência das hipóteses adotadas, cada elemento estrutural de uma treliça (barra) comporta-se como um **elemento de duas forças**.

FORÇAS ATUANTES NOS <u>ELEMENTOS</u> (forças internas)		**AÇÃO**
FORÇAS NOS <u>NÓS</u>		**REAÇÃO**

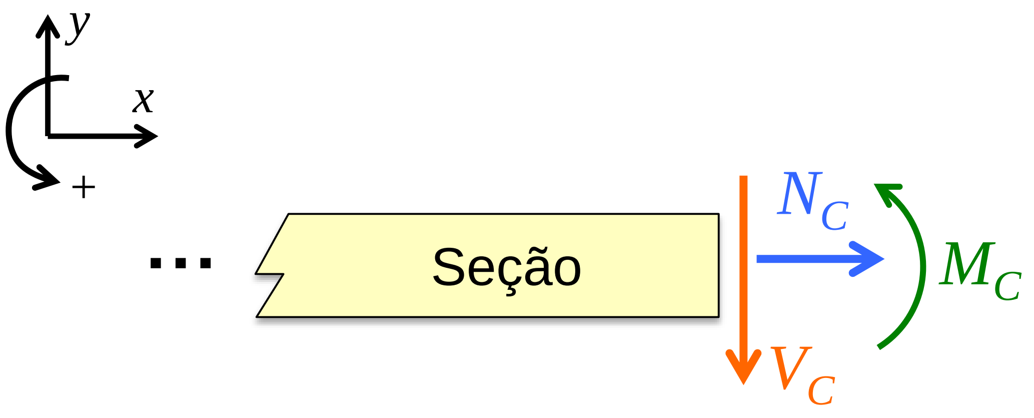
uma espiadinha em Mecânica dos Sólidos

ESFORÇOS INTERNOS EM ESTRUTURAS SIMPLES

Examinam-se os esforços internos em qualquer local da estrutura pelo **Método das Seções**.



Esforços Internos em Estruturas Simples

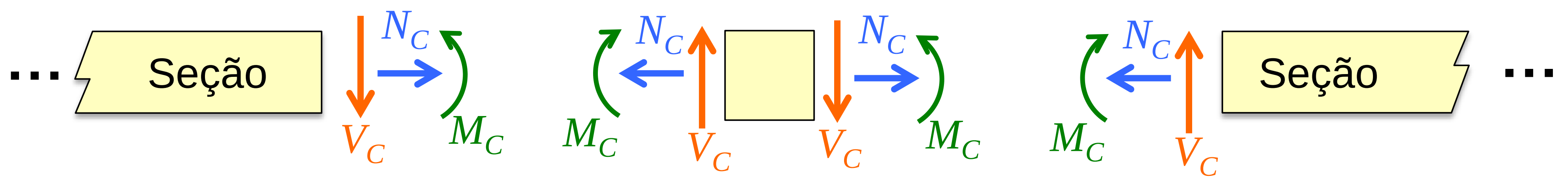


N_C - Força Normal (ou axial)

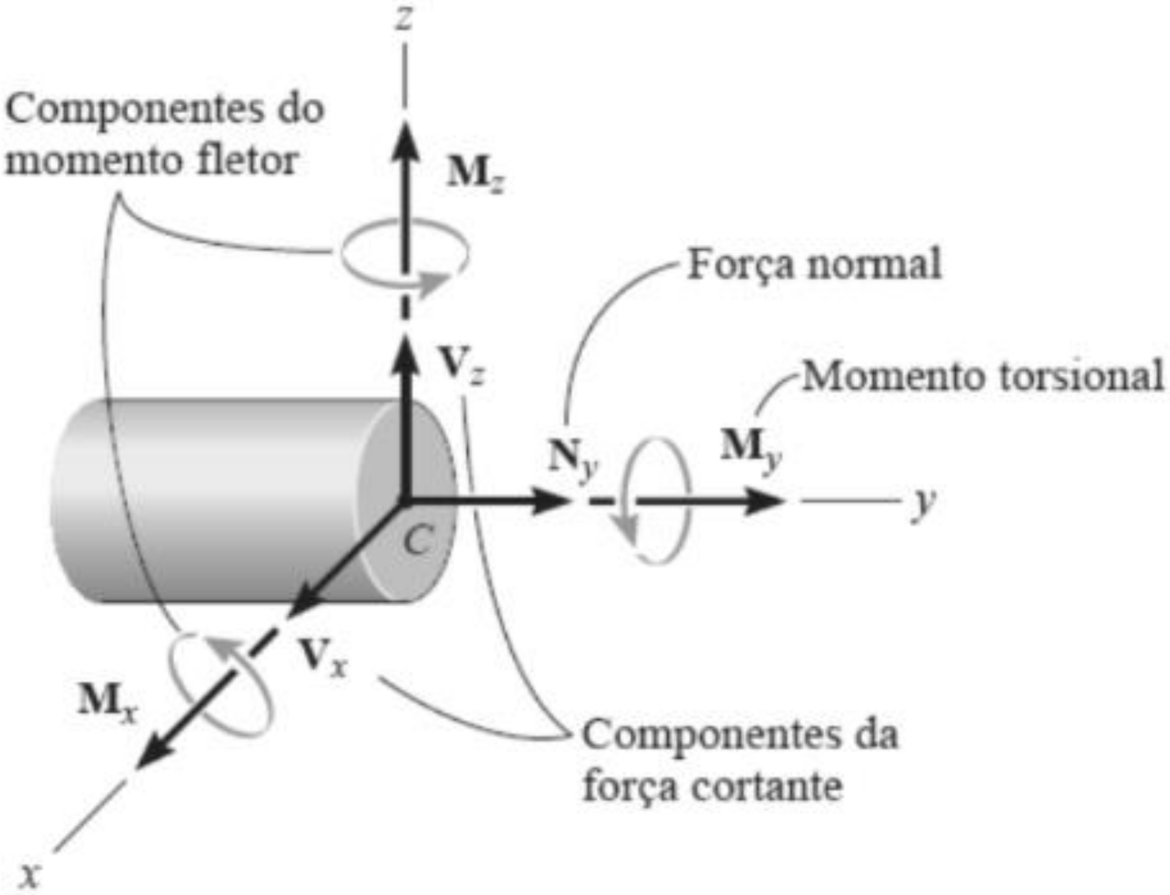
V_C - Força Cortante (ou de Cisalhamento)

M_C - Momento Fletor

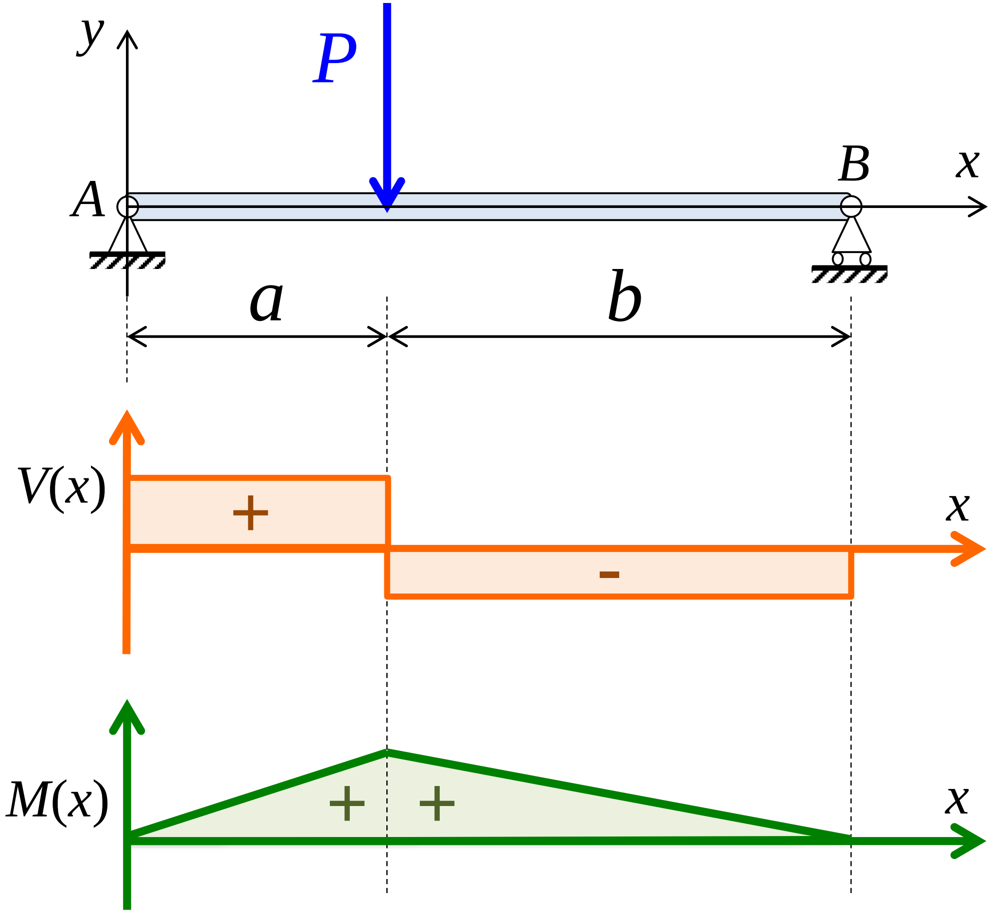
DIREÇÕES POSITIVAS PARA OS ESFORÇOS INTERNOS



Caso tridimensional:



Diagramas de Esforços Internos (NVM)



DIAGRAMAS

Pelo Método das Seções é possível obter os esforços internos em qualquer ponto da estrutura.

Assim, é possível representar graficamente a distribuição de cada esforço interno, sobre a geometria da estrutura.

O MÉTODO DAS SEÇÕES

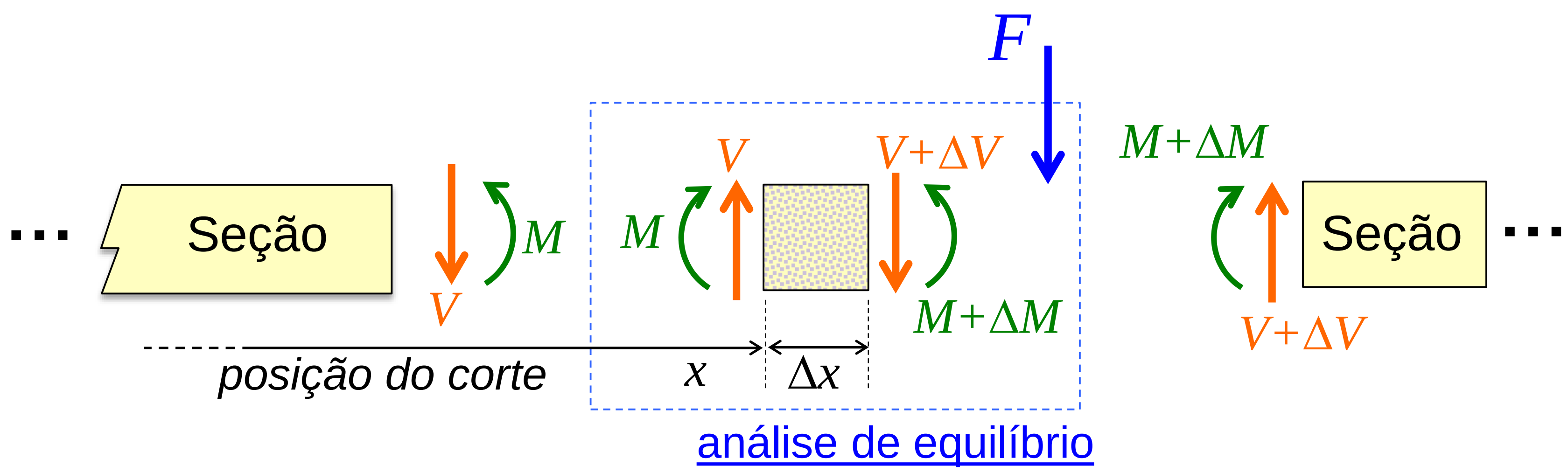
DEFINIR SISTEMA DE REFERÊNCIA

RESOLVER O EQUILÍBRIO DA ESTRUTURA GLOBAL PARA OBTER AS REAÇÕES NO APOIOS → DCL da Estrutura Global → Equações de Equilíbrio

Para as ***N*** Seções

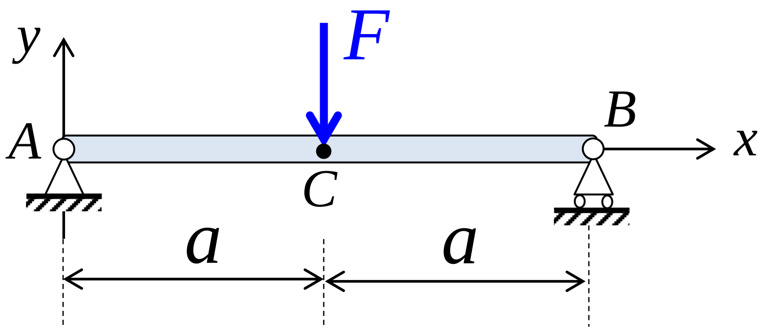
RESOLVER O EQUILÍBRIO DA SEÇÃO → DCL da Seção → Equações de Equilíbrio

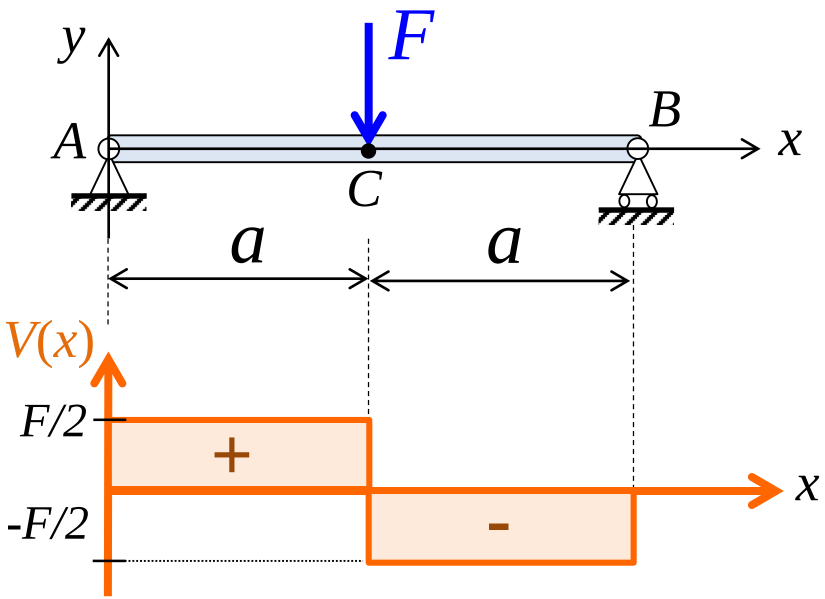
DESENHAR OS DIAGRAMAS DE ESFORÇOS INTERNOS



Com esse modelo, examinar a relação entre os esforços internos com cargas aplicadas típicas: força concentrada, momento concentrado e força distribuída na posição do corte.

O MÉTODO DAS SEÇÕES



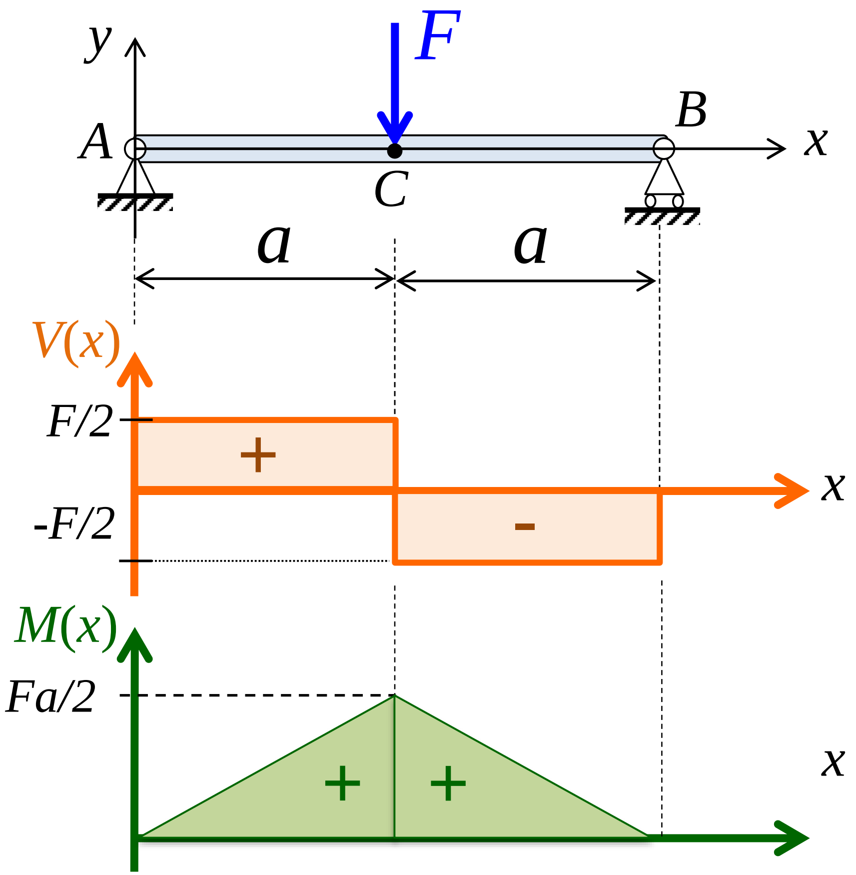


$$\Sigma F_y = Ay - V(x) = \frac{F}{2} - V(x) = 0$$

$$V(x) = \frac{F}{2} \quad para\ 0 \leq x < a$$

$$\Sigma F_y = \frac{F}{2} - F - V(x) = 0$$

$$V(x) = -\frac{F}{2} \quad para\ 0 \leq x < a$$



$$\Sigma M_C = -\frac{F}{2}.x + M(x) = 0$$

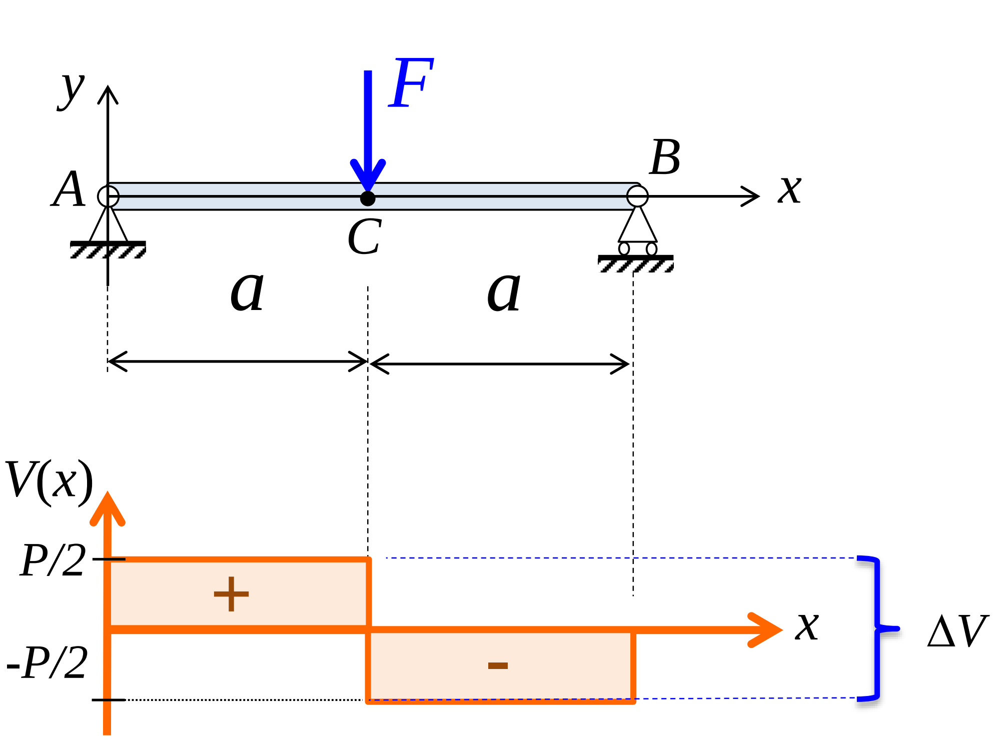
$$M(x) = \frac{F}{2}x \quad para\ 0 \leq x < a$$

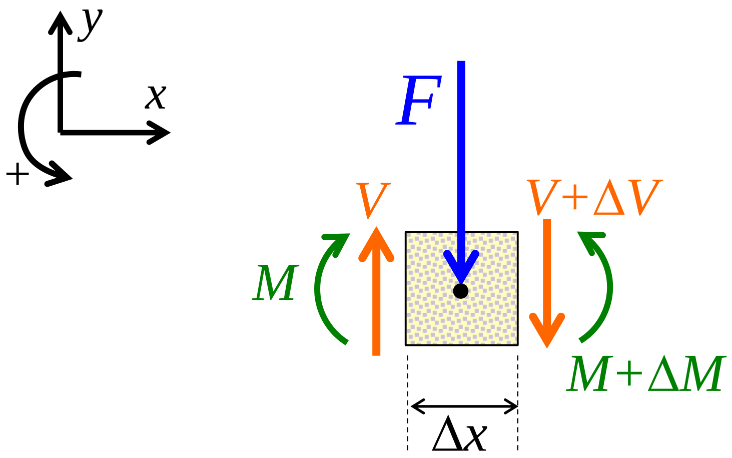
$$\Sigma M_C = -\frac{F}{2}.x + F(x-a) + M(x) = 0$$

$$M(x) = -\frac{F}{2}x + Fa \quad para\ 0 \leq x < a$$

Relações entre os Esforços Externos e os Diagramas de Esforços Internos

RELAÇÃO ENTRE BINÁRIO E MOMENTO FLETOR



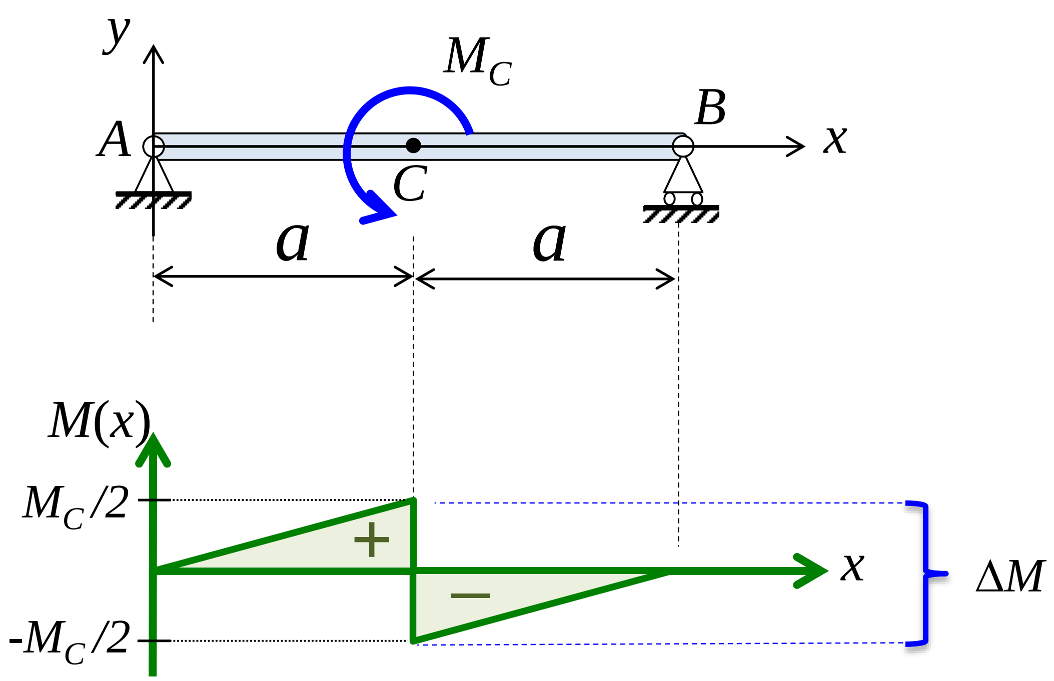


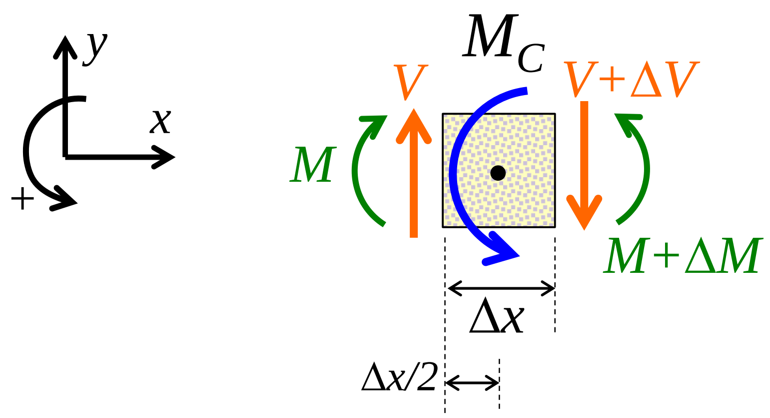
$$\Sigma F_y = V - (V + \Delta V) - F = 0$$

$$\Delta V = -F$$

portanto, para $\Delta x \rightarrow 0 \Rightarrow V = -F$

RELAÇÃO ENTRE BINÁRIO E MOMENTO FLETOR



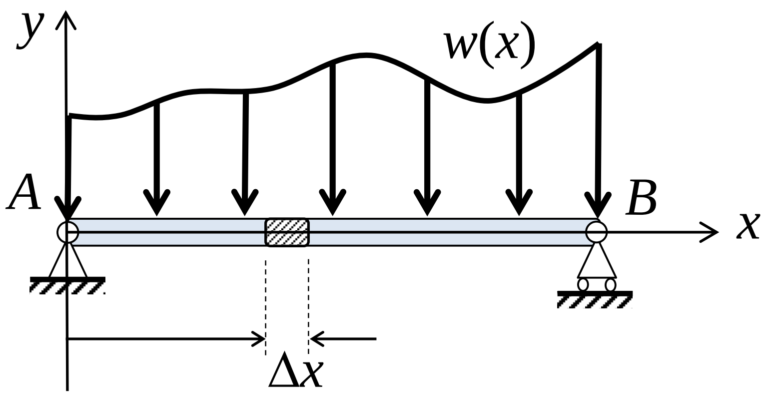


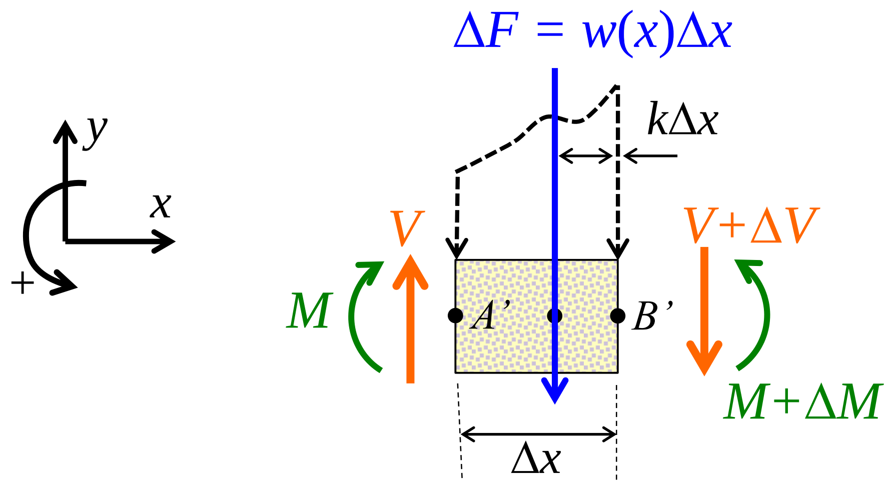
$$\Sigma M_C = M - (M+\Delta M) + M_C - V(\Delta x/2) - (V+\Delta V)(\Delta x/2) = 0$$

$$\Delta M = -M_C + (V+\Delta V)(\Delta x/2)$$

portanto, para $\Delta x \rightarrow 0 \Rightarrow M = -M_C$

Para forças distribuídas:





Então, $\Sigma F_y = V - (V + \Delta V) - \Delta F = 0$

sendo $\Delta F = w(x)\Delta x$, tem-se: $-\Delta V - w(x)\Delta x = 0$

$$\frac{\Delta V}{\Delta x} = -w(x) \xrightarrow{\Delta x \to 0} \boxed{\frac{dV}{dx} = -w(x) \Rightarrow \int dV = \int -w(x)\,dx}$$

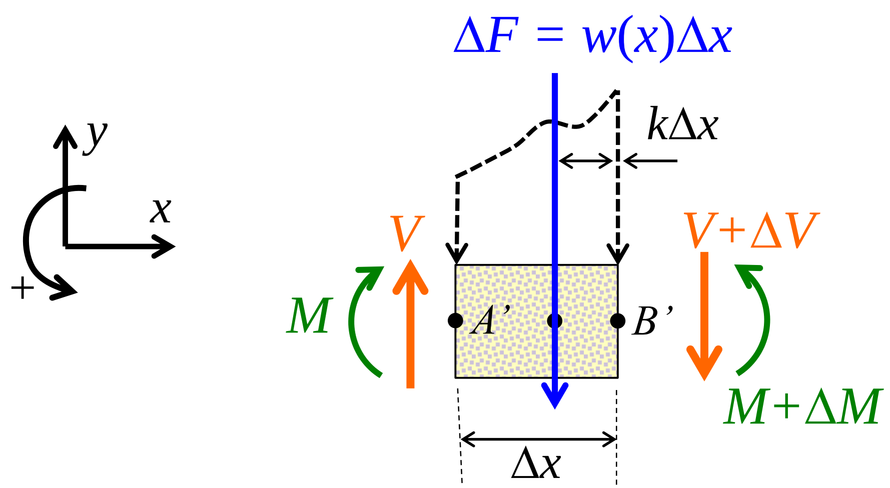
ΔV

Área determinada pela curva w(x)

$$\Sigma M_{B'} = 0$$

$$M+\Delta M + \Delta F\, k\Delta x - M - V\Delta x = 0$$

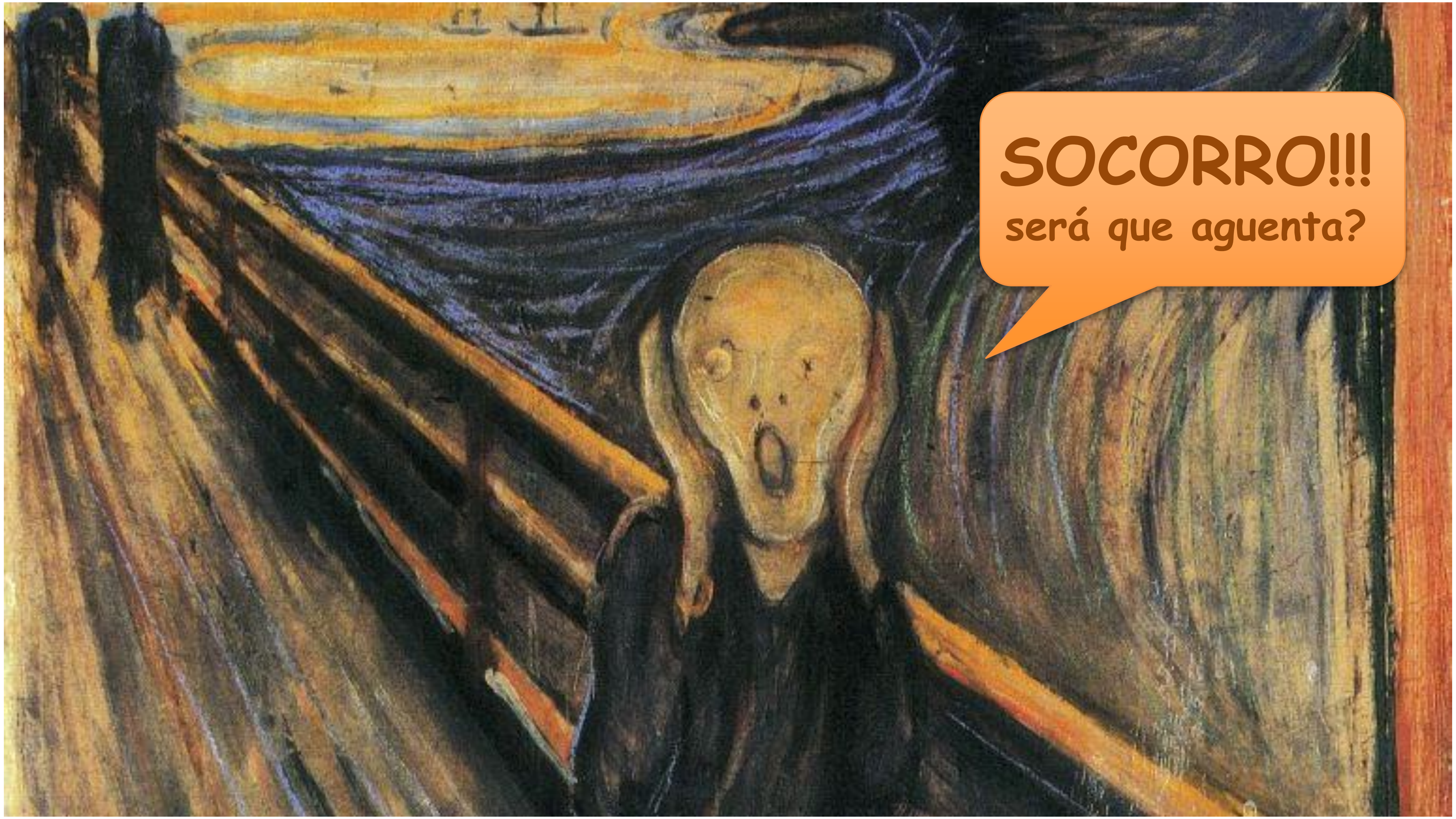
$$\Delta M = V\Delta x - w(x)\, k\Delta x^2$$



$$\frac{\Delta M}{\Delta x} = V - w(x)k\Delta x \xrightarrow{\Delta x \to 0} \boxed{\frac{dM}{dx} = V}$$

$$\boxed{\int dM = \int V\, dx}$$

ΔM — Área do diagrama $V(x)$


SOCORRO!!!
será que aguenta?