

MECÂNICA GERAL

EQUILÍBRIO DE PONTO MATERIAL

Prof. Dr. Daniel Caetano

2019 - 1

Objetivos

- Compreender a noção de equilíbrio
- Identificar as forças atuando em um ponto
- Verificar o equilíbrio de um ponto

- **Atividade Aula 3 – SAVA!**



Material de Estudo



Material

Acesso ao Material

Apresentação

<http://www.caetano.eng.br/>
(Mecânica Geral – Aula 3)

Material Didático

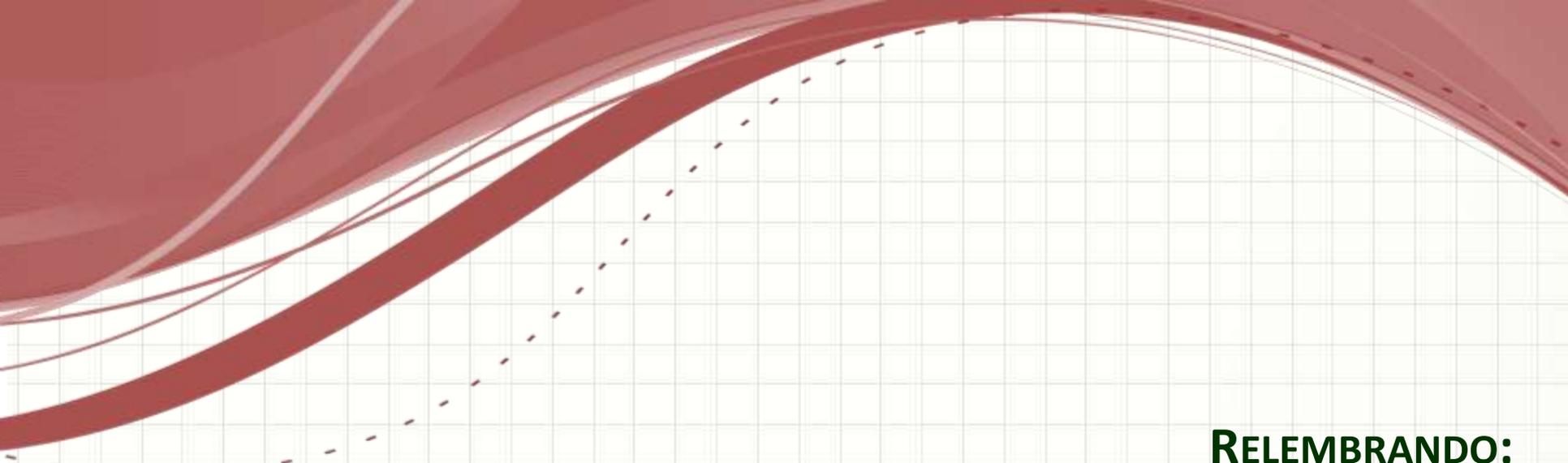
Páginas 55 a 70

Biblioteca Virtual

Estática, Mecânica para Engenharia (Hibbeler), Cap.3

Aula Online

Aulas 2, 3 e 6

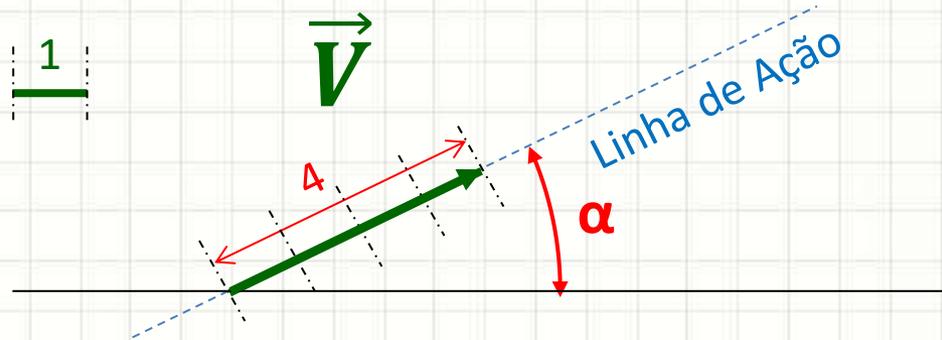


RELEMBRANDO:

**REPRESENTANDO
GRANDEZAS VETORIAIS**

A Representação Vetorial

- É uma representação gráfica
 - Intensidade, direção e sentido

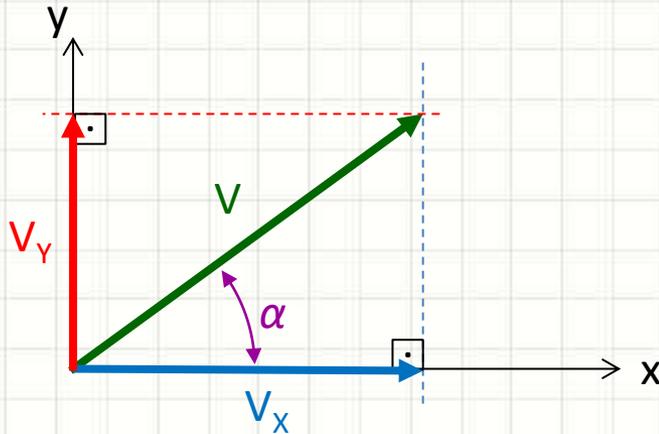


- Podemos operar com vetores: $\vec{T} = \vec{C} + \vec{D}$



Vetores em um Plano

- Vetores podem ser decompostos

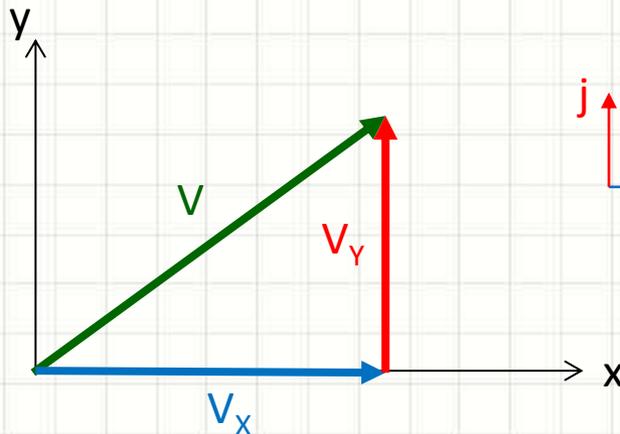


$$V_x = V \cdot \cos \alpha$$

$$V_y = V \cdot \sin \alpha$$

$$V = |\vec{V}| = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

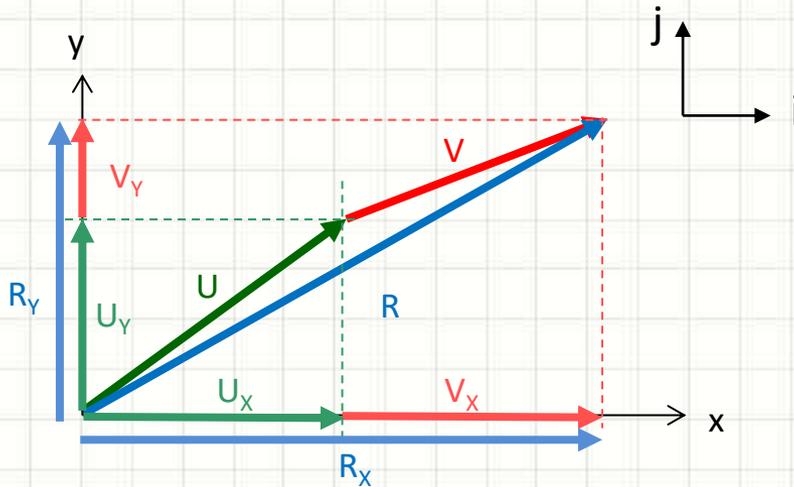
- E pode ser descrito por suas componentes



$$\vec{V} = V_x \mathbf{i} + V_y \mathbf{j}$$

Somando Vetores em um Plano

- Pode-se operar $\vec{R} = \vec{U} + \vec{V}$ pelas componentes:



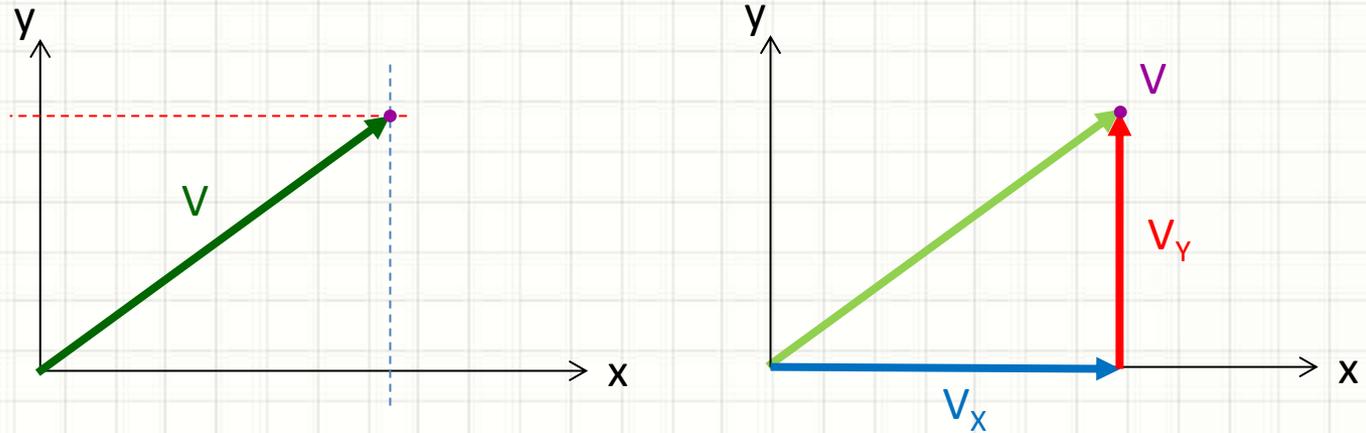
$$\vec{U} = U_x \mathbf{i} + U_y \mathbf{j}$$

$$\vec{V} = V_x \mathbf{i} + V_y \mathbf{j}$$

$$\vec{R} = (U_x + V_x) \mathbf{i} + (U_y + V_y) \mathbf{j}$$

Vetor Posição

- Um vetor \vec{V} pode descrever uma posição

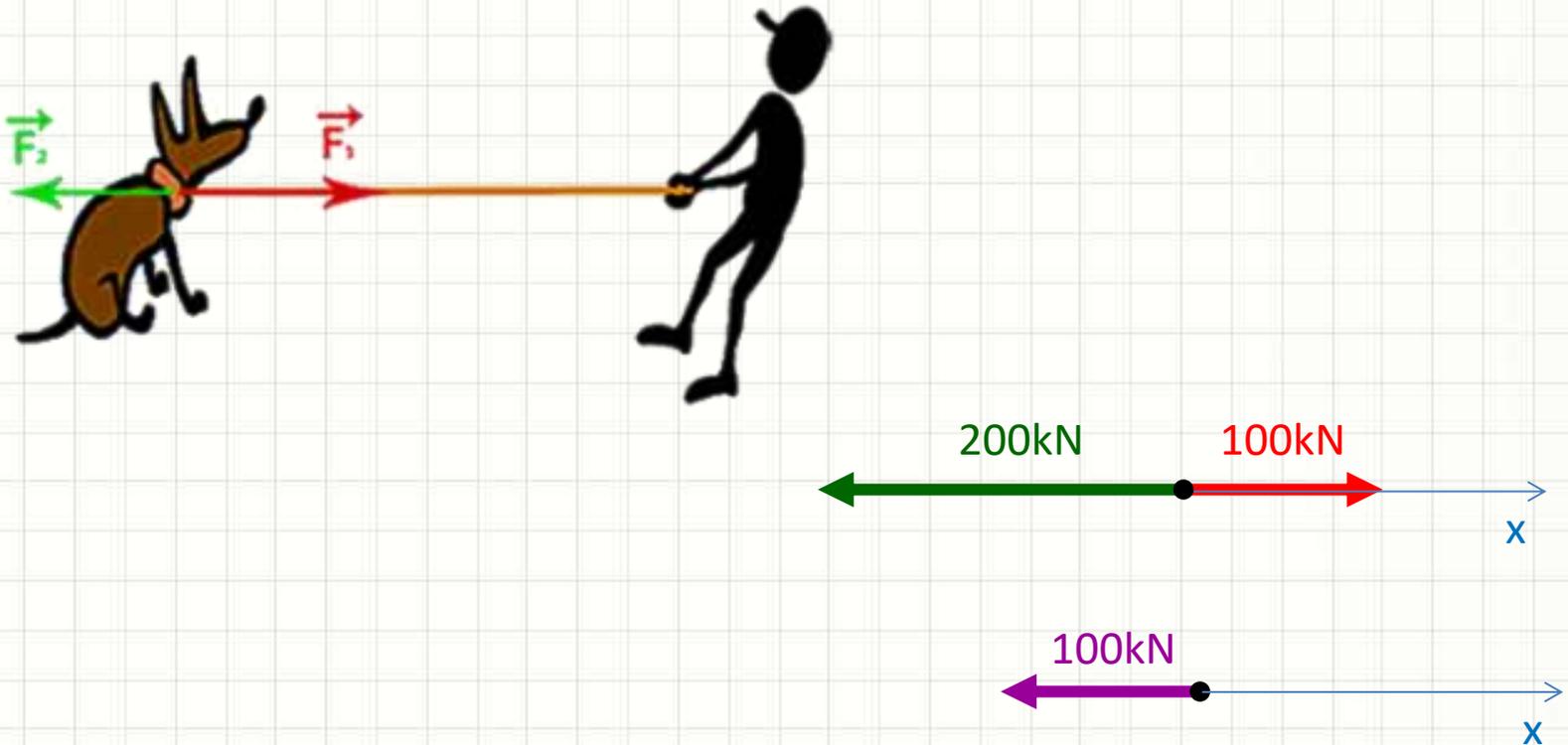


- As coordenadas de V são:

$$\vec{V}(V_x, V_y)$$

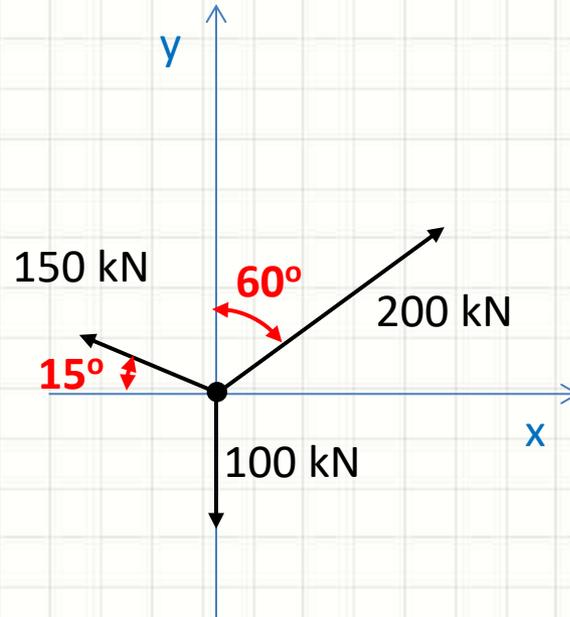
Resultante de Forças

- E se há várias forças agindo em um ponto, podemos calcular a **resultante**: $\vec{R} = \sum \vec{F}$



Exercício

- Calcule a resultante





EQUILÍBRIO DE UM PONTO MATERIAL

Noção Newtoniana de Equilíbrio

- 1ª Lei de Newton (Princípio da Inércia)
 - Corpo em equilíbrio
 - Não altera seu estado de movimento
 - Se está parado, permanece parado
 - Se está com velocidade v , assim permanece
- 2ª Lei de Newton (Princ. Fund. da Dinâmica)
 - Se houver resultante de forças em um corpo
 - Ele sofrerá aceleração $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$
- **Um corpo estará em equilíbrio se a resultante de forças agindo sobre ele for 0!**

Equilíbrio de Ponto Material

- Sempre que a resultante em uma direção é 0
 - Existe um equilíbrio de forças naquela direção

Condição de
Equilíbrio

$$\vec{R} = \sum \vec{F} = 0$$

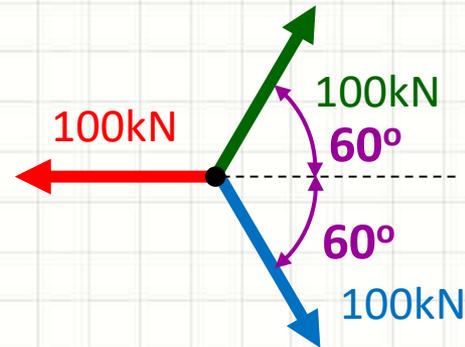


Se equilibram!

- Lembre-se: equilíbrio significa “parado”?
 - “Sem alterar estado de movimento” na direção!

Equilíbrio de Ponto Material

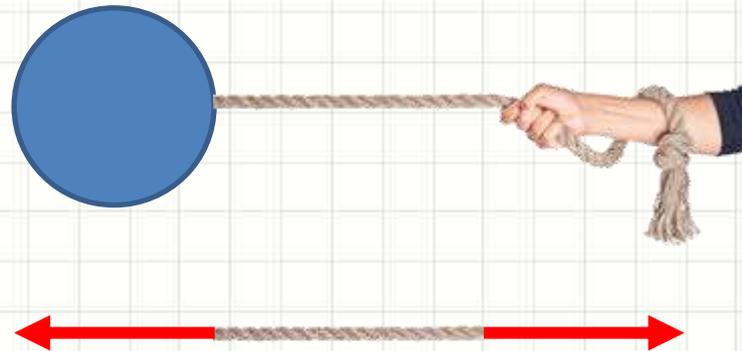
- Equilíbrio no plano



- Como verificar?
 - Mais adiante...
- Mas Newton não parou por aí...

Noção Newtoniana de Equilíbrio

- 3ª Lei de Newton (Princ. da Ação e Reação)
 - A toda força aplicada, existira uma reação
 - Igual intensidade e direção, mas de sentido oposto
 - Então nunca há movimento?
 - Não é bem por aí!



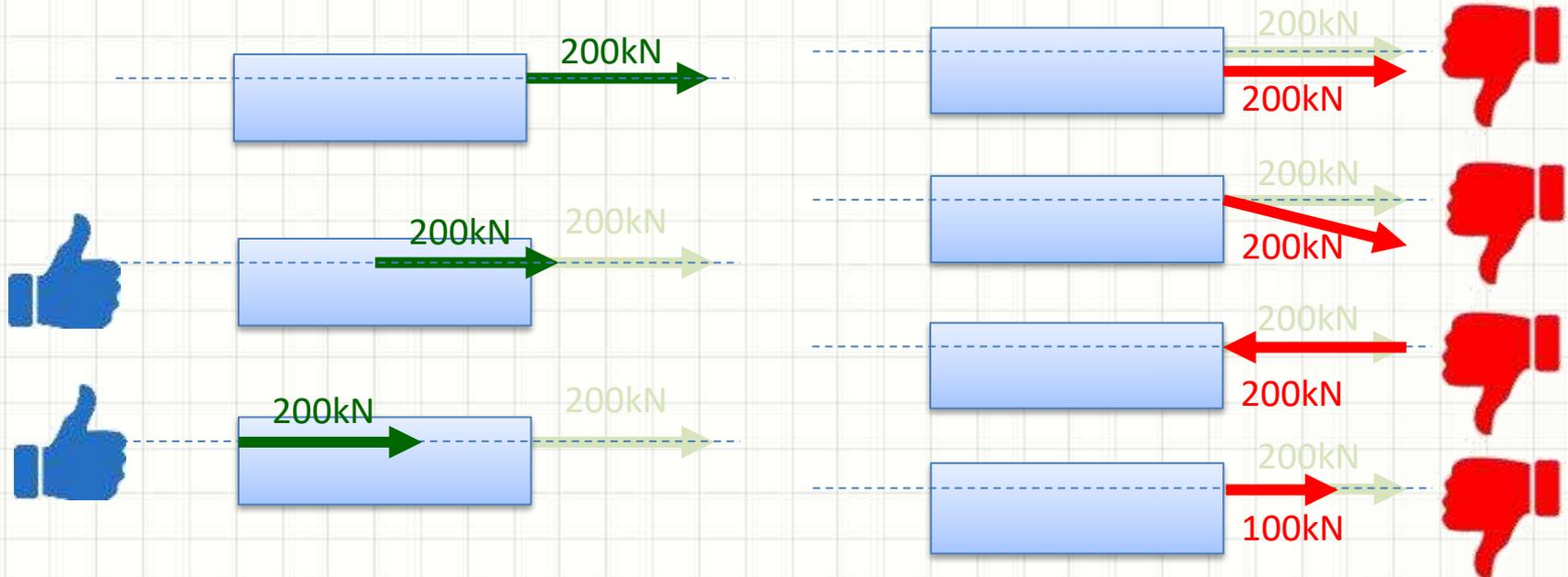
- Mas esse conceito é muito importante!



A 3ª LEI DE NEWTON E A TRANSMISSÃO DE FORÇAS

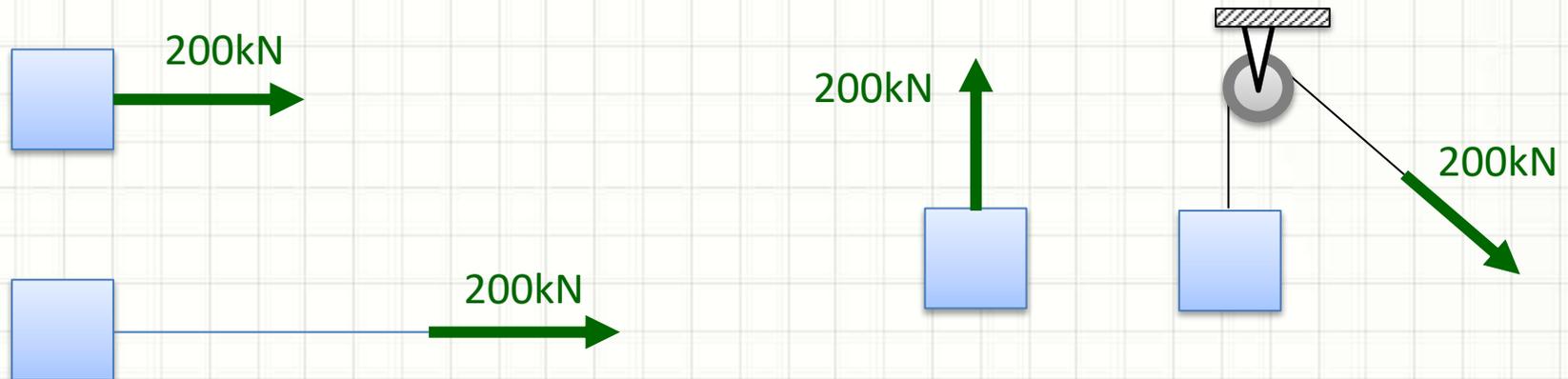
Transmissão de Forças

- Princípio da Transmissibilidade
 - Na análise, pode-se mudar a força em um corpo
 - Deve: mantenha intensidade, direção e sentido
 - Deve: estar na mesma linha de ação



Transmissão de Forças

- Os cabos possuem propriedades especiais
 - Só reagem quando puxados
 - Transmitem uma força para outro corpo
 - Permitem mudança de direção da força
 - Mas não seu sentido e intensidade



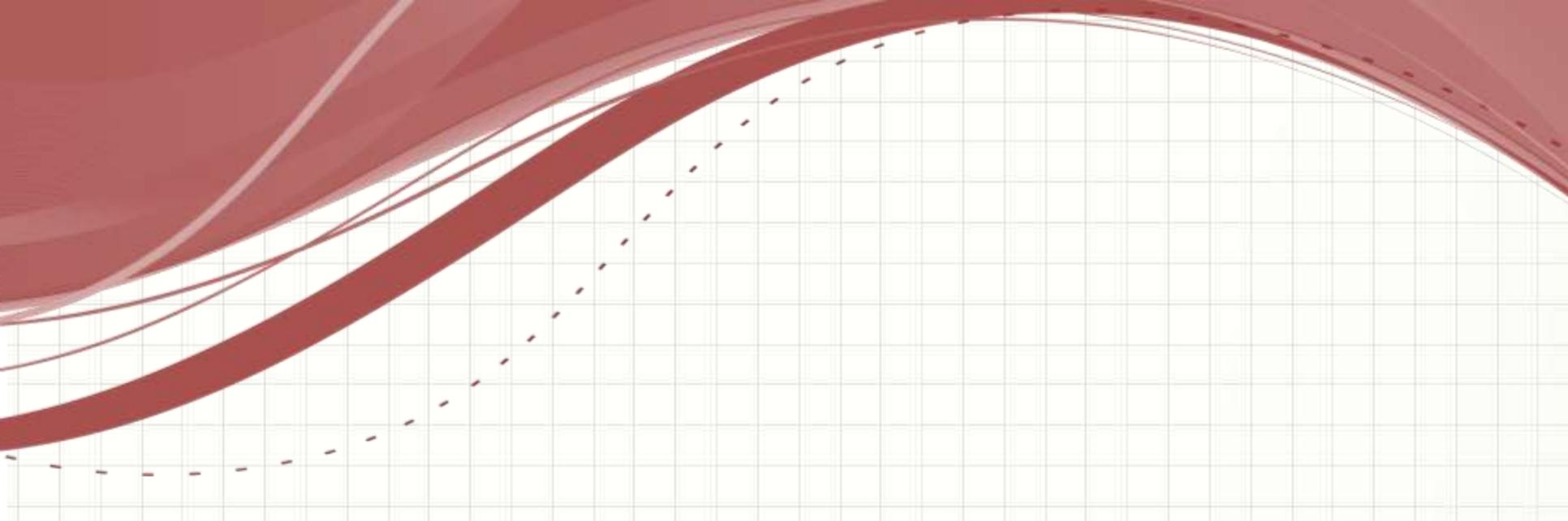
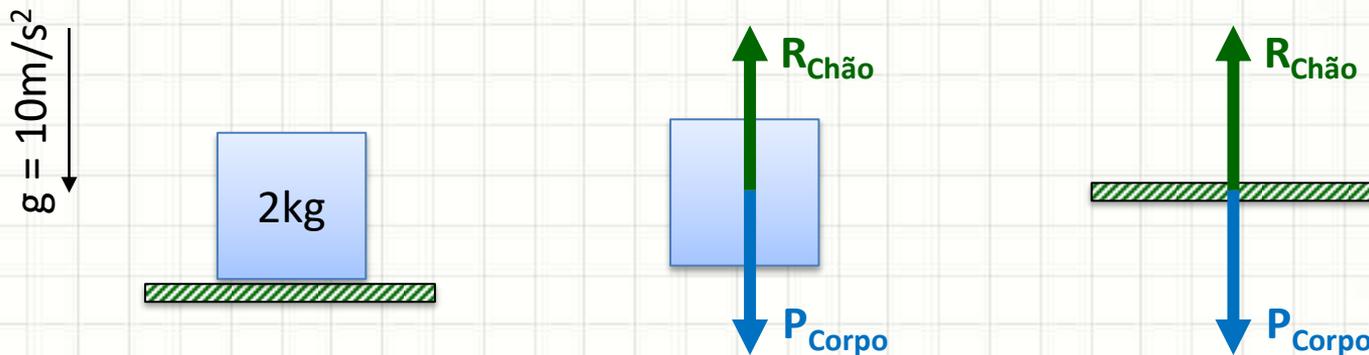


DIAGRAMA DE CORPO LIVRE

Diagrama de Corpo Livre

- Permite estudar as forças que agem no corpo
- Isolar o elemento a ser estudado
- Indicar as forças que nele agem



**Nesse momento, não vamos
analisar os vínculos fixos
(chão, por exemplo)**

Diagrama de Corpo Livre

- Outro exemplo, com um cabo

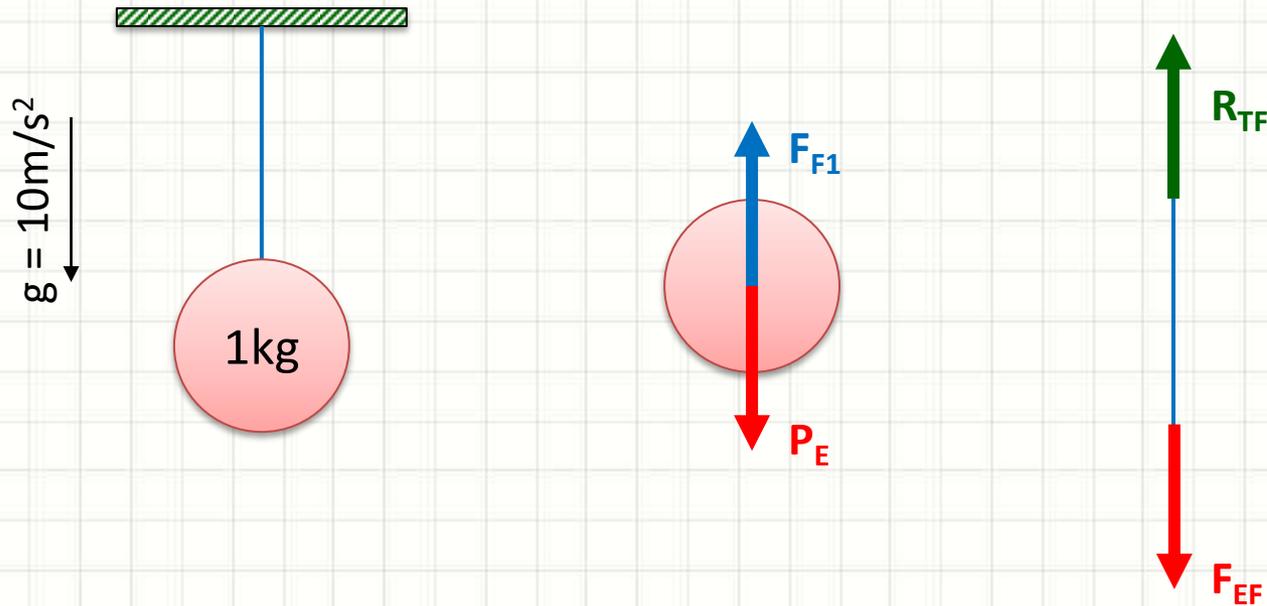


Diagrama de Corpo Livre

- Outro exemplo

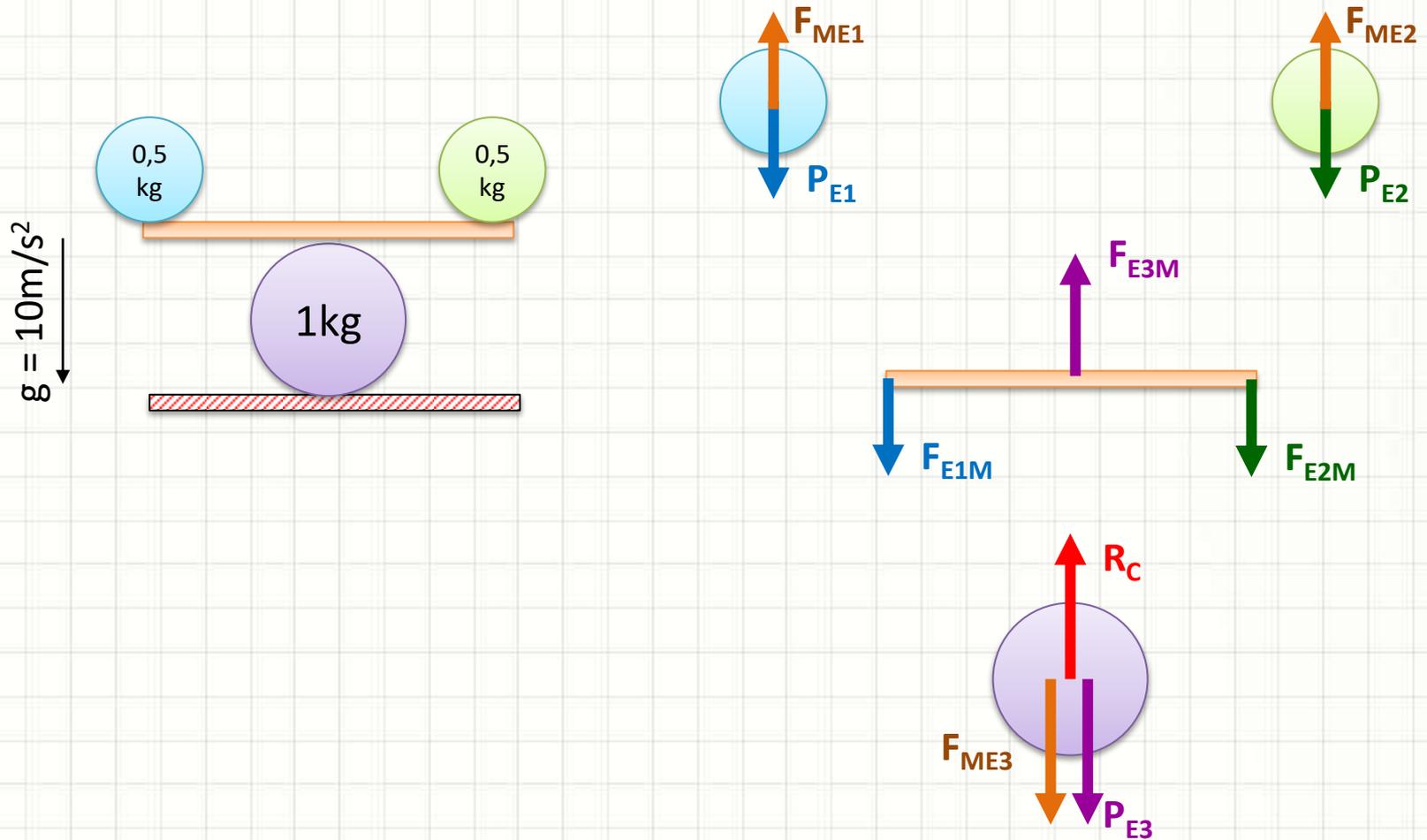
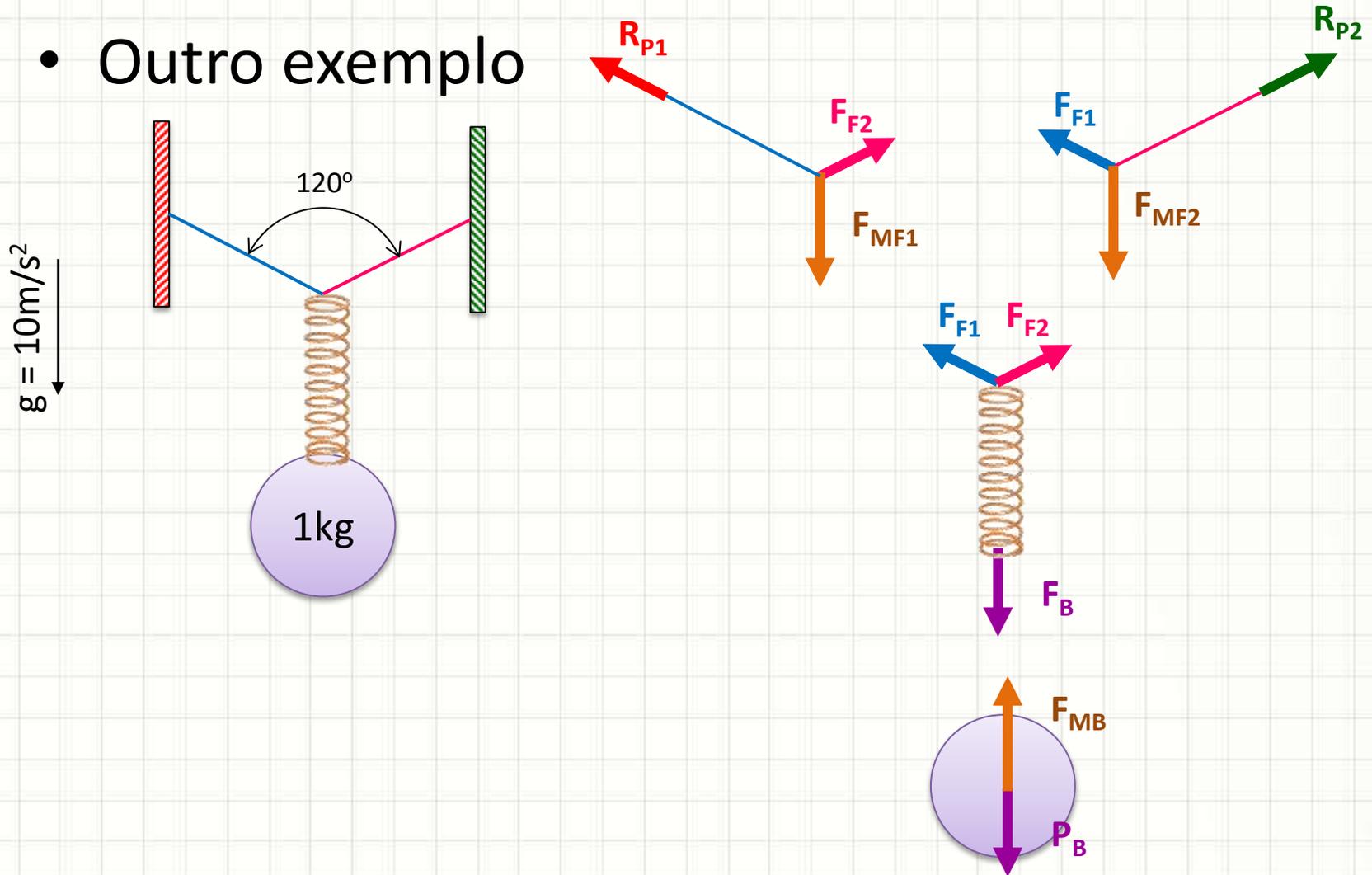


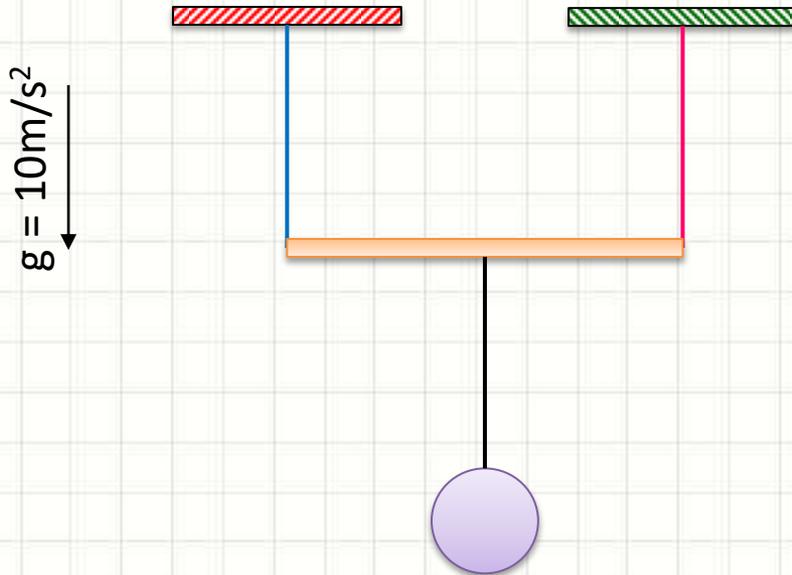
Diagrama de Corpo Livre

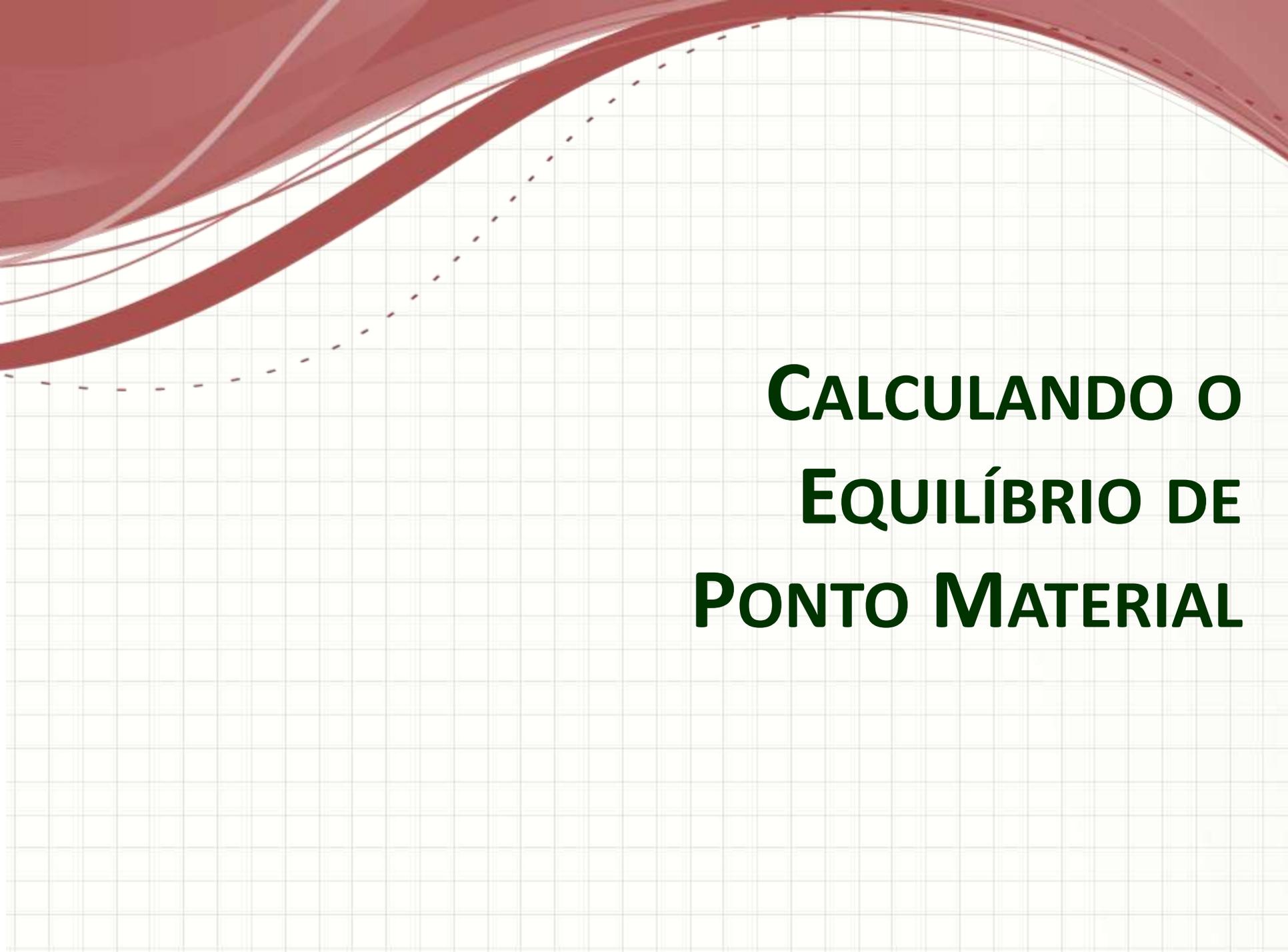
- Outro exemplo



Exercício

- Desenhe os diagramas de corpo livre

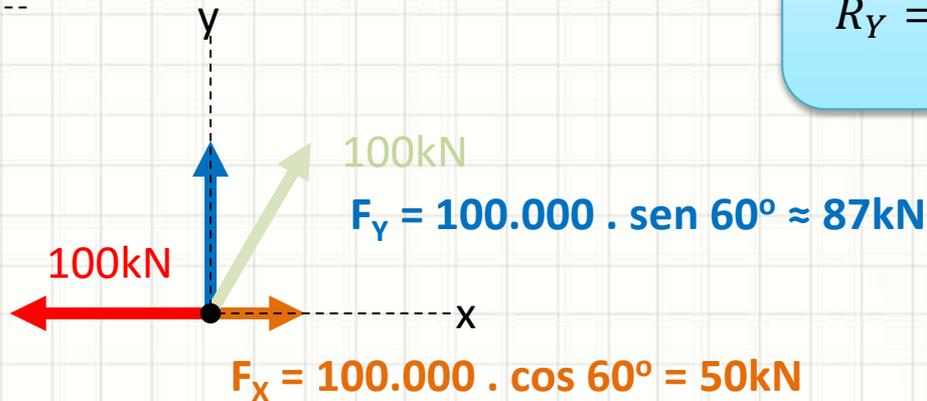
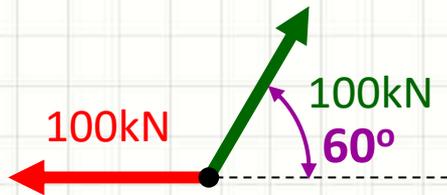




CALCULANDO O EQUILÍBRIO DE PONTO MATERIAL

Cálculo do Equilíbrio

- Um ponto está em equilíbrio se $\vec{R} = 0$
 - Portanto, se: $R_x = 0$ e $R_y = 0$



Condição de Equilíbrio no Plano

$$R_x = \sum F_x = 0$$

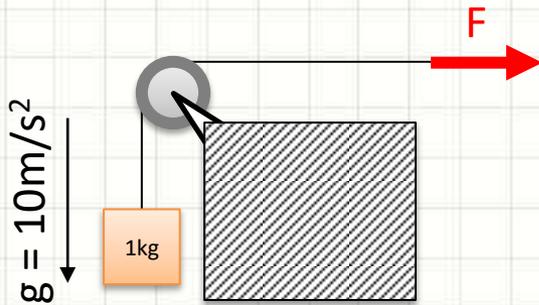
$$R_y = \sum F_y = 0$$

- $R_x = - 50\text{kN}$
- $R_y = + 87\text{kN}$

Não está em equilíbrio!

Exemplo

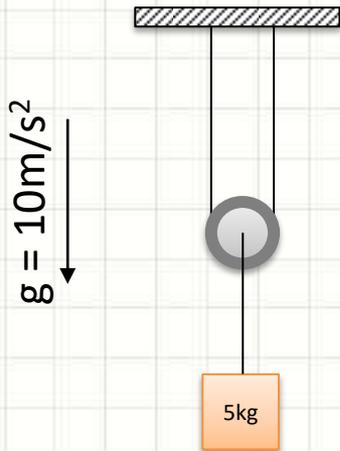
- Calcule a força F para haver equilíbrio



1. Indicar os diagramas de corpo livre relevantes
2. Calcular o equilíbrio para cada corpo

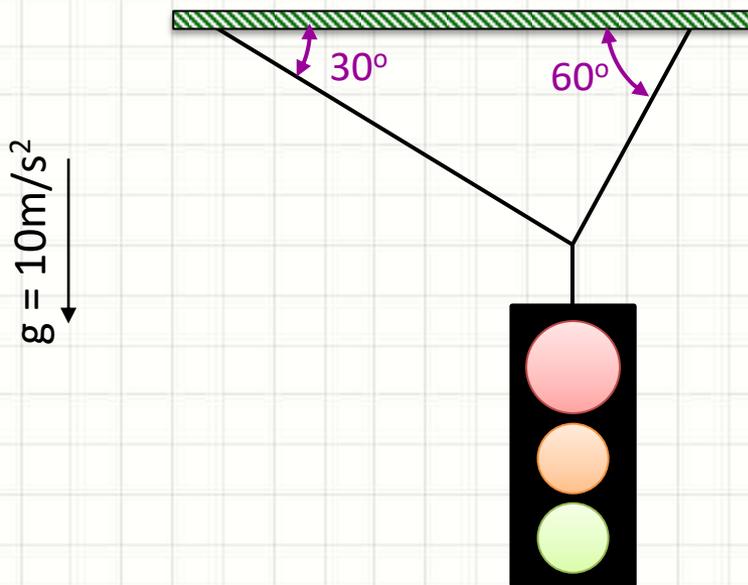
Exemplo

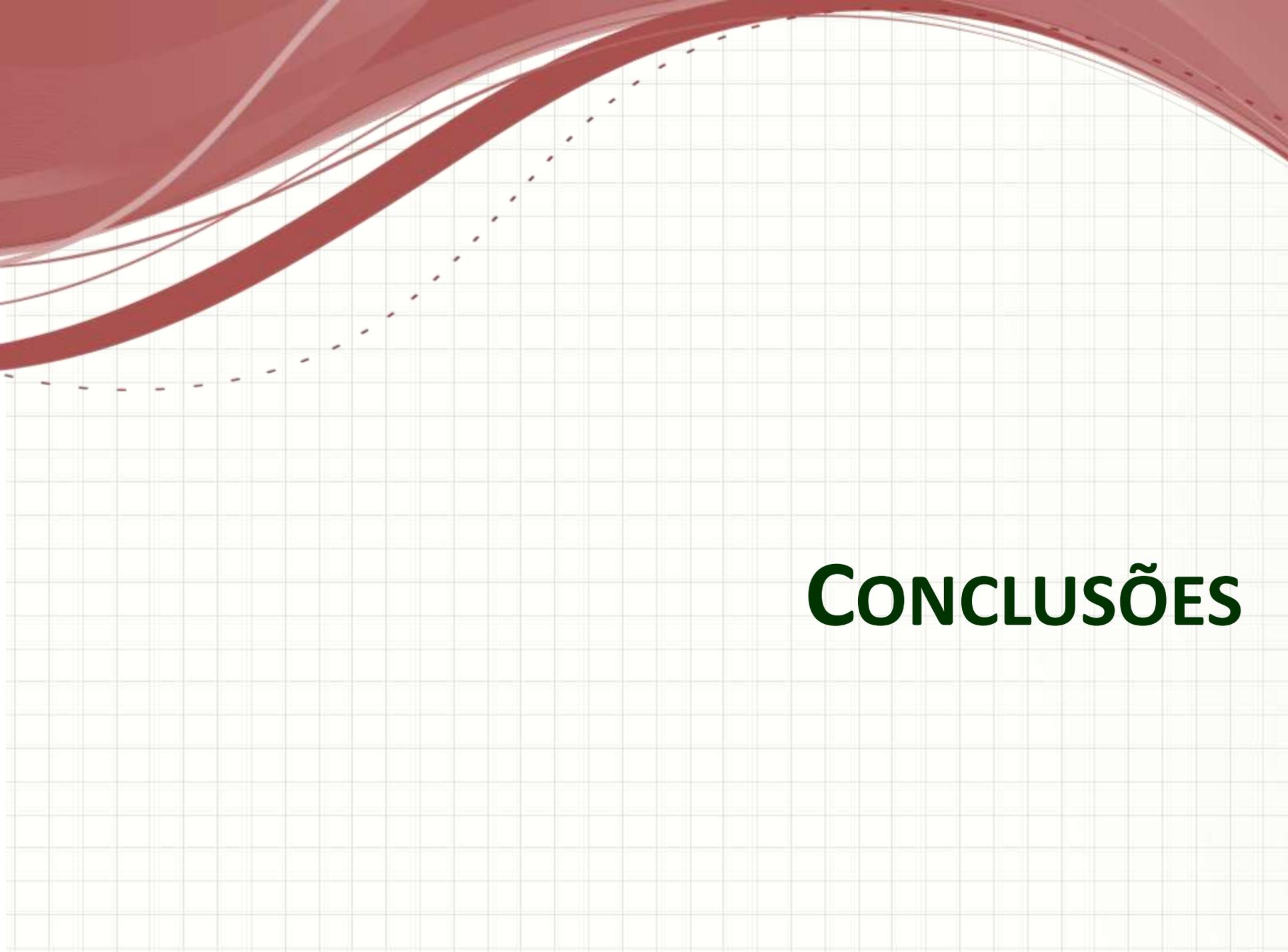
- Calcule a força nos fios/teto para equilíbrio



Exemplo

- Um semáforo de massa 20kg foi pendurado conforme a figura. Determine a força agindo em cada cabo.

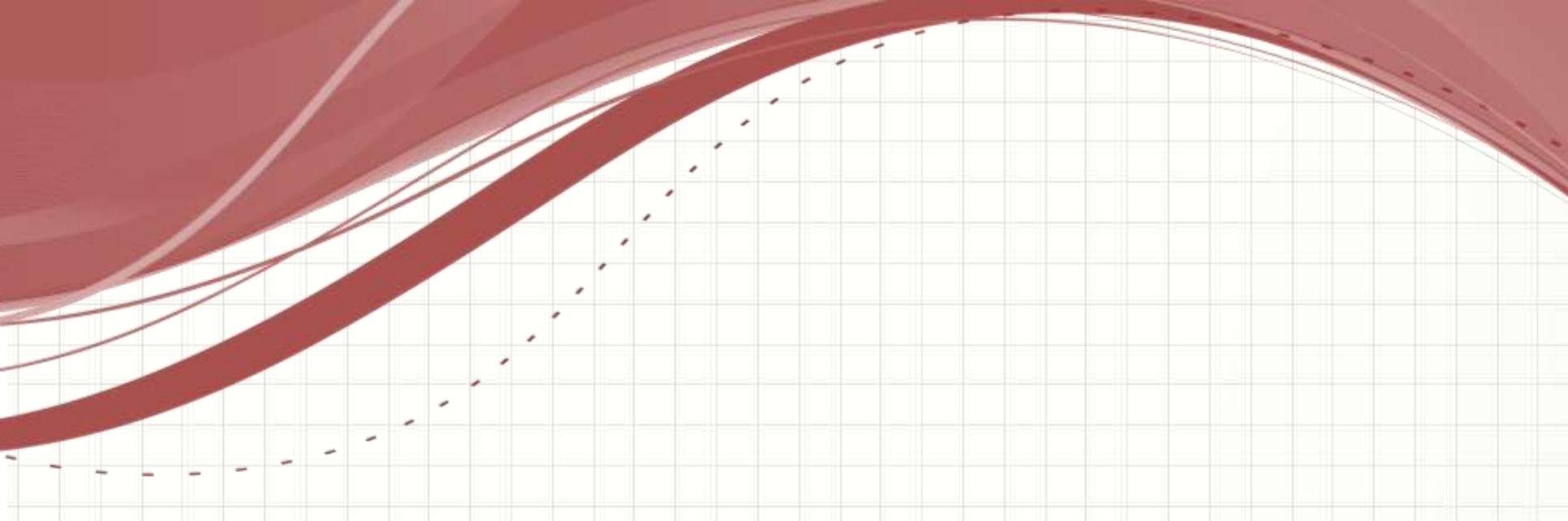




CONCLUSÕES

Resumo

- Condições para equilíbrio de um ponto
 - Transmissão de forças
 - Diagramas de corpo livre
 - Cálculo do equilíbrio de corpos
 - **TAREFA:** Exercícios Aula 3
-
- Equilíbrio de Ponto Material em 3D
 - Aplicando os conceitos no plano no espaço



PERGUNTAS?