



# **MECÂNICA DOS SÓLIDOS**

## **APRESENTAÇÃO E EQUILÍBRIO DE FORÇAS**

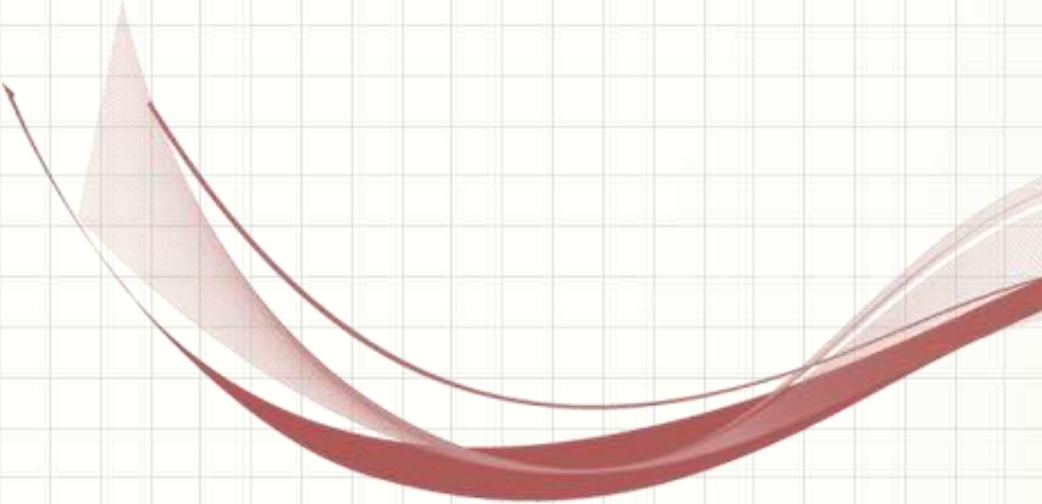
Prof. Dr. Daniel Caetano

2019 - 2


# Objetivos

- Conhecer o professor
- Conhecer o curso
- Revisar conceitos fundamentais
- Revisar Força e Equilíbrio de Força
- Motivar para equilíbrio de corpos
- **Atividade Aula 1 no SAVA!**





# Apresentação



Quem é o  
professor?



Vamos  
começar?



# Chamada, Presença e Contato

- Será controlada a presença
  - Chamada ocorrerá sempre às 22:25
  - Nome fora da lista = falta
  - “Estou frequentando mas a matrícula...”
- Contato

Professor	Informações de Contato
Daniel Caetano	<a href="mailto:prof@caetano.eng.br">prof@caetano.eng.br</a>



# **PLANO DE ENSINO E DE AULA**

# Plano de Ensino

Disponível no SAVA



1. Entre no **SAVA**
2. Clique no  
**NOME DA DISCIPLINA**
3. Clique em  
**PLANO DE ENSINO**



# Plano de Aula

- 13/08 – 1. Forças e Momentos
- 20/08 – 2. Equilíbrio de Sólido
- 27/08 – 3. Diag. de Corpo Livre
- **01/09 – Ativ. Estruturada I**
- 03/09 – 4. Treliças Planas
- 10/09 – 5. Treliças Planas
- **15/09 – Ativ. Estruturada II**
- 17/09 – 6. Vigas
- 24/09 – 7. Vigas
- **01/10 – P1**
- 08/10 – Vista P1
- 15/10 – [ **Dia do Professor** ]
- 22/10 – 8. Tensão e 9. Deform.
- 29/10 – 10. Prop. Mecânicas
- 05/11 – 11. Projeto: Tensões
- 12/11 – 12. Projeto: Cargas Axiais
- **17/11 – Ativ. Estruturada III**
- **19/11 – P2**
- 26/11 – Vista da P2
- **03/12 – P3**
- 10/12 – Vista da P3

**Aulas que possuem atividades “antes” e “depois” (mais info em breve!)**



# **TRABALHOS, DATAS E CRITÉRIO DE APROVAÇÃO**

# Trabalhos, Datas e Aprovação

Trabalho	Valor	C.H.	Data
Exercícios até Aula 06	2,0 na AV1	2h	Segunda (SAVA)
Exercícios após Aula 06	0,5 em Prova	2h	Segunda (SAVA)
Atividade Estruturada 1	0,75 na AV2		01/09 (SAVA)**
Atividade Estruturada 2	0,75 na AV2		15/09 (SAVA)**
<b>Avaliação P1</b>	<b>8,0 na AV1</b>	<b>2h</b>	<b>01/10 (Aula)</b>
Atividade Estruturada 3	0,5 na AV2		17/11 (SAVA)**
<b>Avaliação P2</b>	<b>8,0 na AV2</b>	<b>2h</b>	<b>19/11 (Aula)</b>
<b>Avaliação P3</b>	<b>10,0 na AV3</b>	<b>2h</b>	<b>03/12 (Aula)</b>

(\*\*) Sugestão de data para execução e entrega.

# Atividades Semanais

- **Disciplina Híbrida: Presencial + EAD**
  - Toda semana acessar o SAVA!
  - Se preparar para conteúdo da semana seguinte!
  - Conteúdo “antes” e “depois”: **cai na prova!**
  - Não deixe de fazer as Atividades Estruturadas!
- **Exercícios Semanais - ADAT**
  - Exercícios propostos a cada aula: SAVA
  - Entrega: SAVA, individual, até a **1ª segunda** após a aula!
  - Solução: gabarito publicado no site do professor
    - Não será feita devolutiva/correção pelo SAVA
  - Eventuais dúvidas: tirar na aula seguinte ou por e-mail

# Trabalhos, Datas e Aprovação – AV1

- T1: nota que varia de 0,0 a 2,0 (ADAT)
- P1: nota obtida na avaliação P1
- S1: nota do **Simulado AV1** (de 19/08 a 29/08)

$$\underbrace{AV1}_{0,0 \text{ a } 10,0} = \underbrace{T1}_{0,0 \text{ a } 2,0} + \underbrace{P1}_{0,0 \text{ a } 8,0} + \underbrace{S1}_{0,0 \text{ a } 2,0}$$



# Trabalhos, Datas e Aprovação – AV2

- P2 é a nota obtida na avaliação P2
- AE é a nota das atividades estruturadas

$$\underbrace{AV2}_{0,0 \text{ a } 10,0} = \underbrace{P2}_{0,0 \text{ a } 8,0} + \underbrace{AE}_{0,0 \text{ a } 2,0}$$

# Trabalhos, Datas e Aprovação – AV3

- P3 é a nota obtida na avaliação P3.
- AVA é a nota do Avaliando o Aprendizado

$$\underbrace{AV3}_{0,0 \text{ a } 10,0} = \underbrace{P3}_{0,0 \text{ a } 10,0} + \underbrace{AVA}_{0,0 \text{ a } 2,0}$$

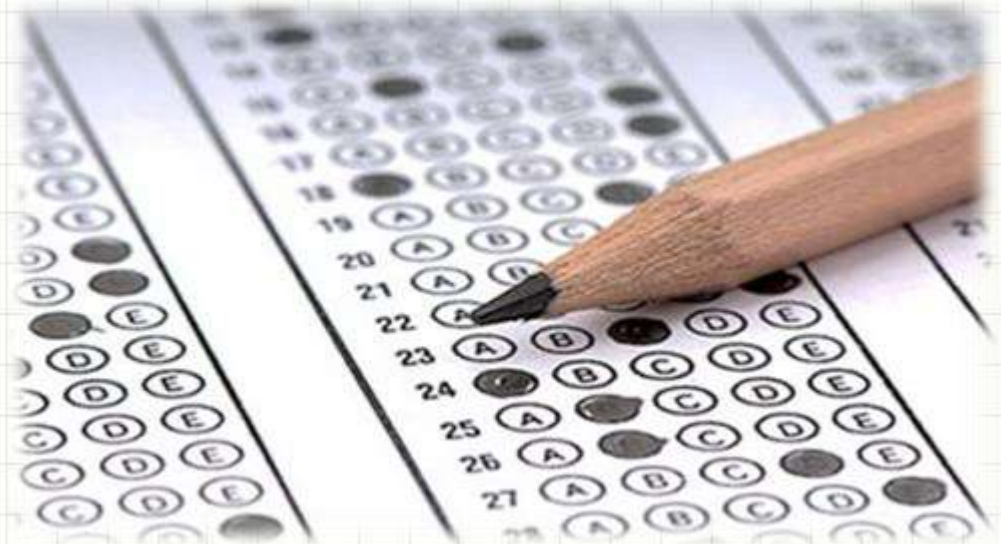
- Se tiver passado e quiser fazer a P3 para melhorar nota, **solicite até uma semana antes.**
- Mesmo não fazendo AV3, é cobrada a presença!

# Avaliando o Aprendizado (?)

- Quatro Simulados, 5 questões cada
  - Cada questão vale 0,1 na AV3 (se resposta for correta!)
  - Até 2,0 pontos na AV3

<http://simulado.estacio.br/alunos/>

- Módulo 1: 27/08~
- Módulo 2: 19/09~
- Módulo 3: 10/10~
- Módulo 4: 25/11~



# Prepara AV1 e Prepara AV2

- Aulas complementares de apoio
  - AV1: 28/09
  - AV2: 09/11

<http://prepara.estacio.br/presencial>

- Específicas
  - Mecânica Geral
  - Resistência dos Materiais I
- Podem ser úteis:
  - Bases Matemáticas para Engenharia
  - Cálculo Vetorial e Geometria Analítica

# Trabalhos, Datas e Aprovação – Final

**A** = Maior nota entre { **AV1** , **AV2** , **AV3** }

**B** = Segunda maior nota entre { **AV1** , **AV2** , **AV3** }

**Critérios de Aprovação** (TODOS precisam ser atendidos)

1) **A**  $\geq$  4,0

2) **B**  $\geq$  4,0

3) **A** + **B**  $\geq$  12,0

(Média 6,0!)

4) Frequência  $\geq$  75%

(No máximo **4** faltas!)

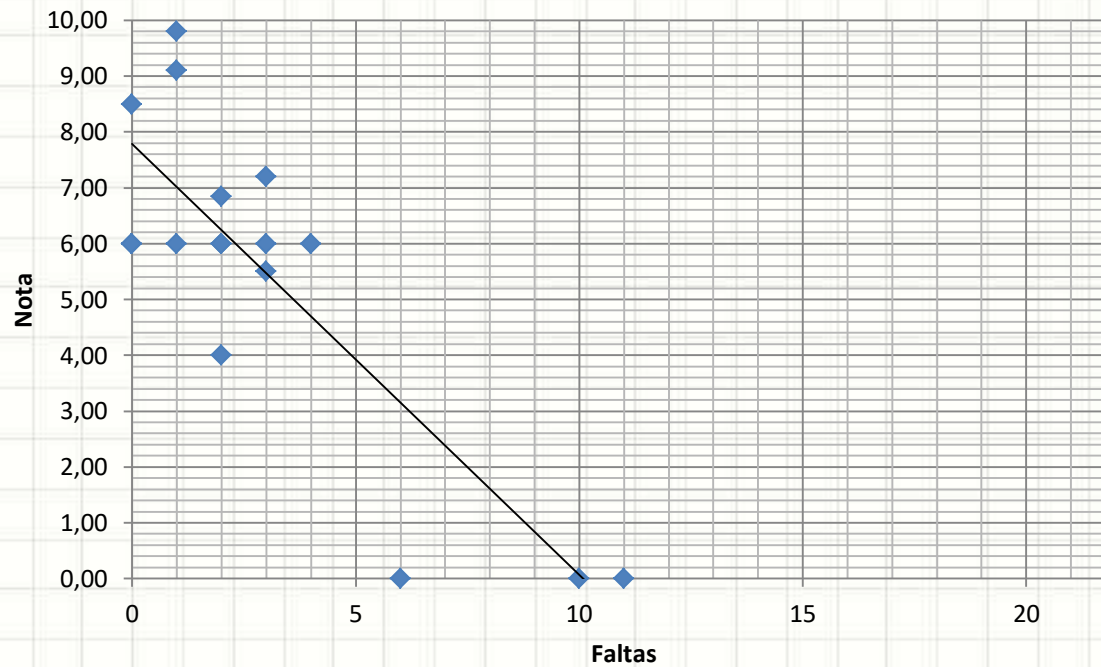
**Inclui AV3 e vistas de prova!**

**Evite faltar e saia de férias mais cedo!**

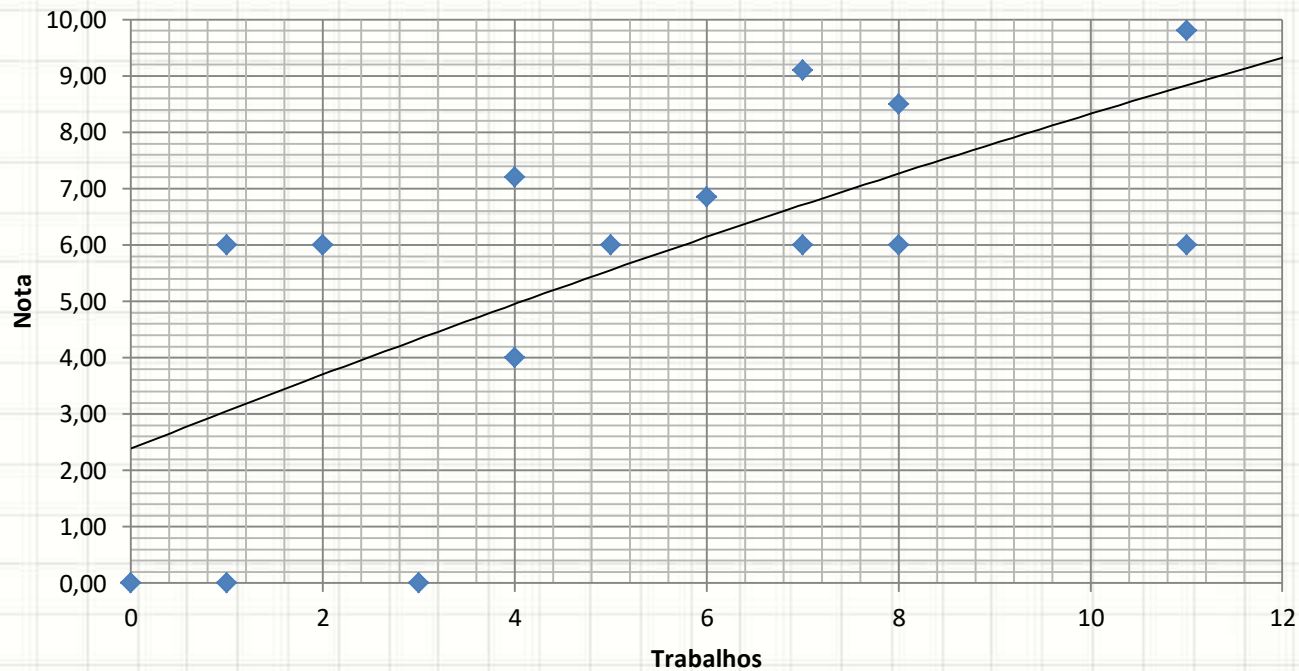
**ATENÇÃO:** Se você tiver mais que uma nota abaixo de 4,0, ainda que o SIA aponte uma média maior que 6,0, você estará **REPROVADO!**



# Relação entre Faltas x Notas ?



# Relação entre Trabalho x Notas ?





# **BIBLIOGRAFIA E FONTES DE INFORMAÇÃO**

# Bibliografia Básica



- **Bibliografia Básica**

- Estática e Mecânica dos Materiais (2013)

- Beer, Johnston; AMGH. ISBN: 9788580551655 **MINHA BIBLIOTECA**

- Resistência dos Materiais (7ª Edição, 2010)

- Hibbeler; Pearson. ISBN: 9788576053736 **BIBLIOTECA FÍSICA!**

- Mecânica dos Materiais (2013)

- Philpot; LTC. ISBN: 9788521621638 **MINHA BIBLIOTECA**

# Bibliografia Adicional



- **Bibliografia Complementar**

- Estática: Mecânica para Engenharia (12ª Edição, 2011)
  - Hibbeler, Pearson. ISBN: 9788576058151
  - BIBLIOTECA FÍSICA
- Mecânica Geral (1ª Edição, 2015)
  - Maciel, SESES. ISBN: 9788555481536 **Biblioteca do Curso!**
- Mecânica dos Materiais (5ª Edição, 2003)
  - Riley et al.; LTC. ISBN: 8521613628 **MINHA BIB.** / BIB.FÍSICA



# Material de Aula



- **Notas de Aula e Apresentações**

<http://www.caetano.eng.br/>

17/07/2012, 10:55  
00021224

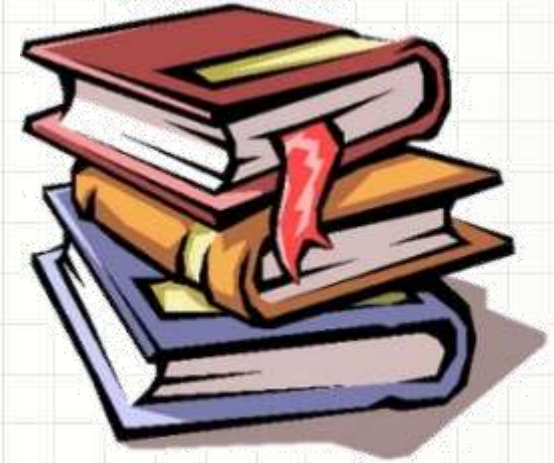
*Prof. Caetano*

Home **Ensino** Pesquisa Publicações Software Pessoal

Nesta seção você encontra acesso ao material didático desenvolvido pelo Prof. Caetano para os cursos já ministrados. O material está dividido por períodos, visto que boa parte do material não está atualizado.

- **Selecione o ano/semestre atual**
- **Clique no nome da disciplina**

# Material de Estudo



---

## Material

## Acesso ao Material

Apresentação

<http://www.caetano.eng.br/>  
(Mecânica dos Sólidos – Aula 1)

Material Didático

Mecânica Geral (MACIEL), Cap. 1 (SAVA)

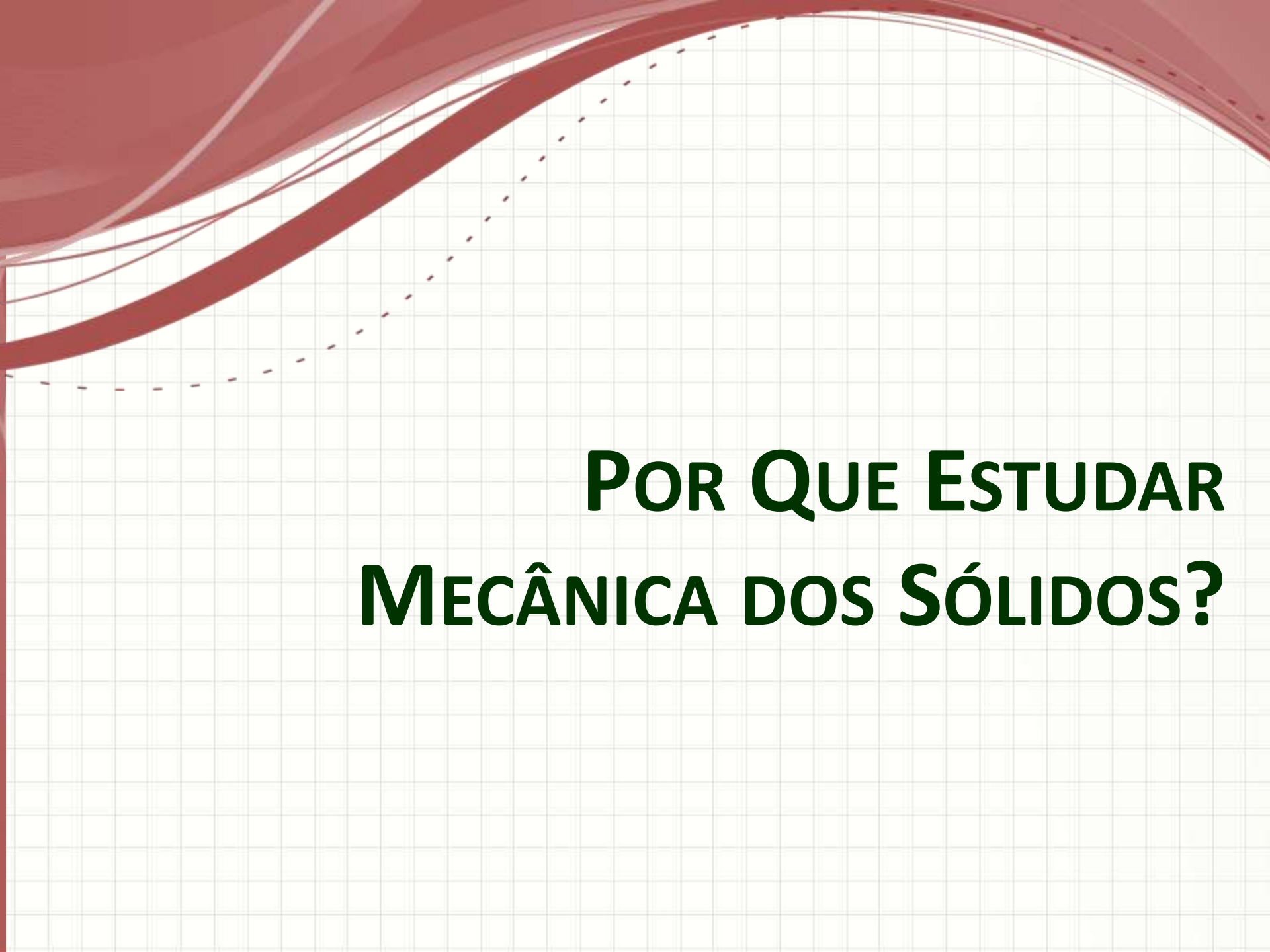
Minha Biblioteca

Estática e Mecânica dos Materiais (BERR;JOHNSTON),  
Cap. 3

Material Adicional

Estática (HIBBELER), Cap 4.

---



# **POR QUE ESTUDAR MECÂNICA DOS SÓLIDOS?**

# Por que estudar Mec. dos Sólidos?

- Disciplina Básica das Engenharias
- Bases e conceitos para:
  - Todo tipo de cálculo estrutural
  - Edifícios, equipamentos, instalações...
- Baseada em...
  - Física
  - Matemática







**RELEMBRANDO:**

**FORÇAS, SUAS  
COMPONENTES E EQUILÍBRIO**



# Força e Sua Representação

- O que era **força**, mesmo?

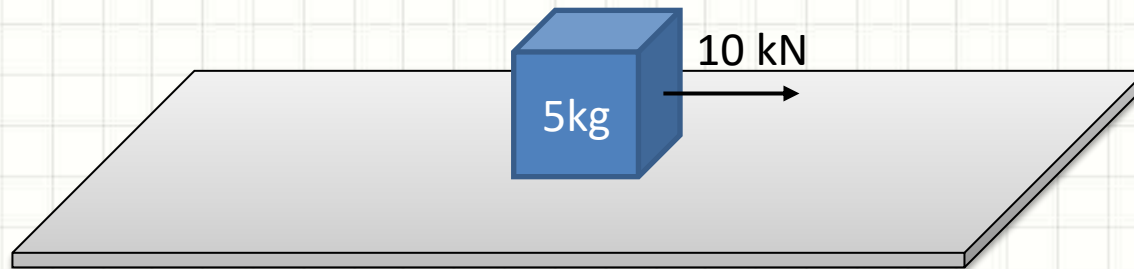
$$F = m \cdot a$$

Ops...

# Força e Sua Representação

- O que era **força**, mesmo?

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$



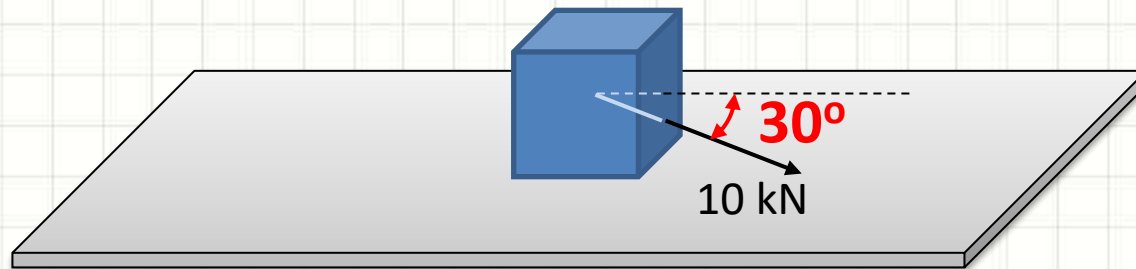
**O que acontece?**

**a = ?**

# Força e Sua Representação

- O que era **força**, mesmo?

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

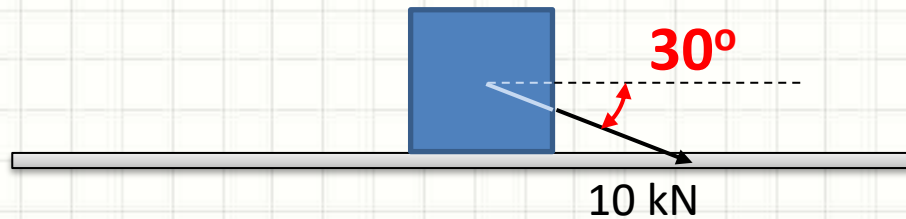


**E agora?**

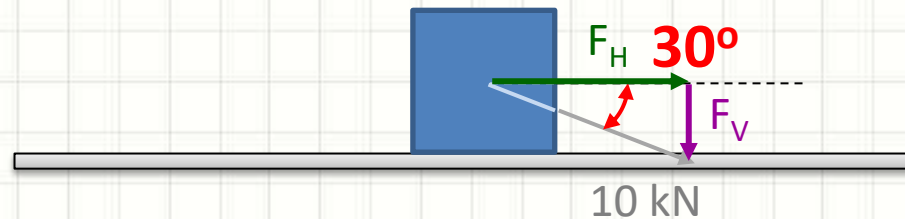
**a = ?**

# Força e Sua Representação

- Vamos olhar mais de perto, no plano



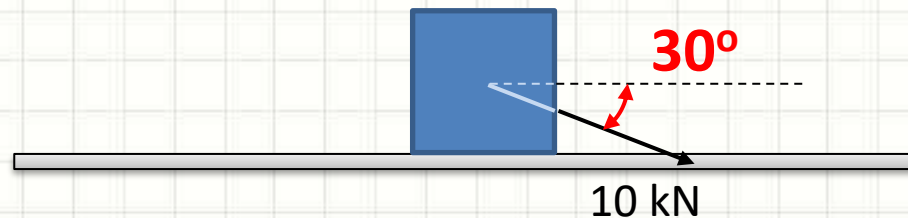
- Podemos descrever esse vetor-força assim:



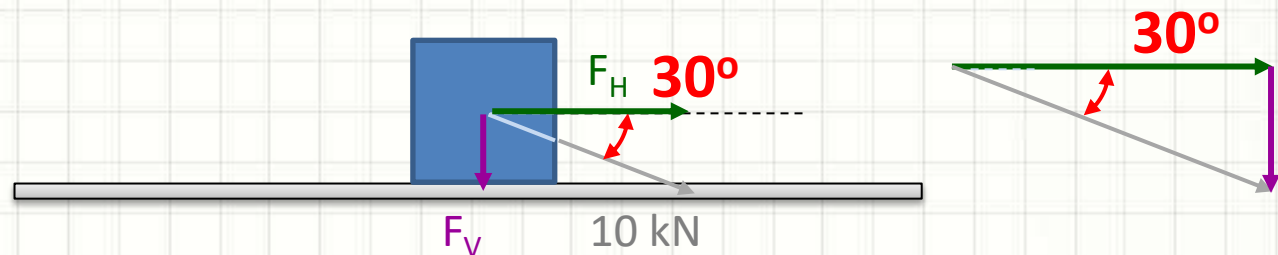
Ou...

# Força e Sua Representação

- Vamos olhar mais de perto, no plano



- Podemos descrever esse vetor-força assim:



- Quanto valem  $F_H$  e  $F_V$ ?

**a = ?**  
Ignore o atrito...

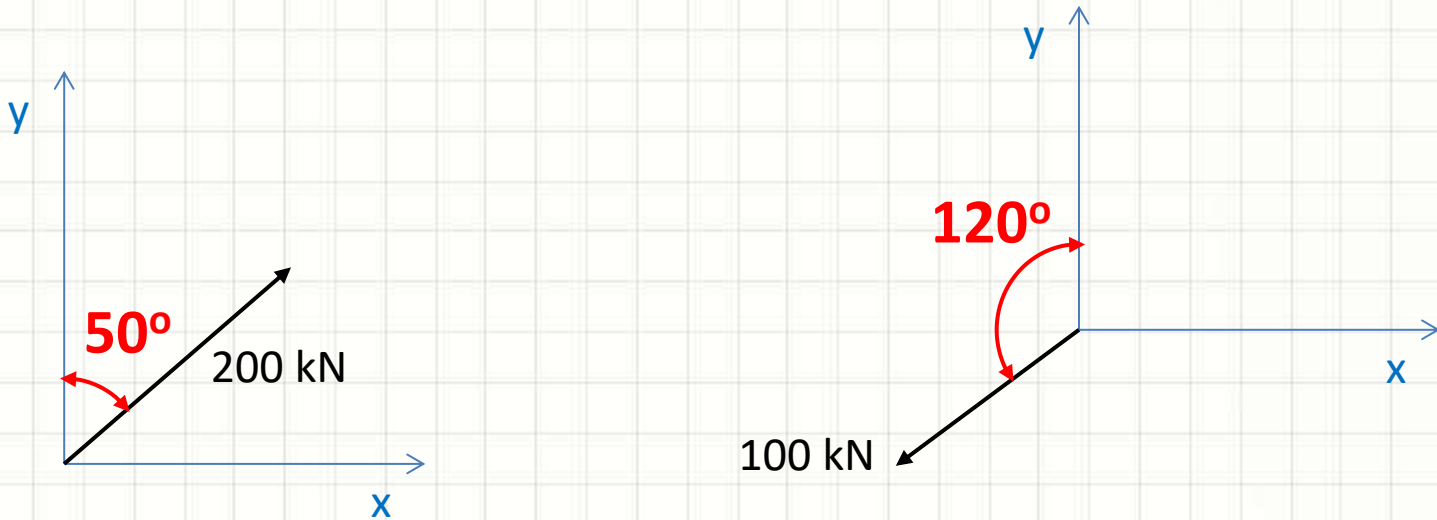
$$F_H = 10.000 \cdot \cos 30^\circ$$

$$F_V = 10.000 \cdot \sin 30^\circ$$



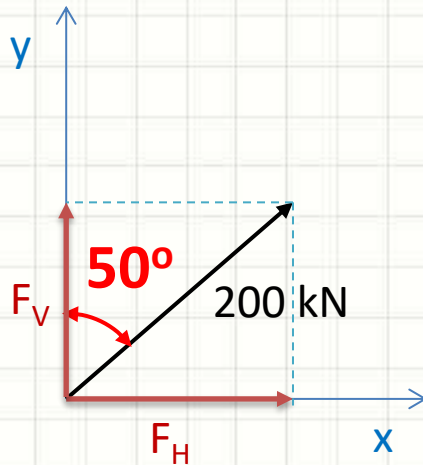
# Exercício

- Forças: podem ser decompostas
- Decomponha:



# Exercício

- Forças: podem ser decompostas
- Decomponha:

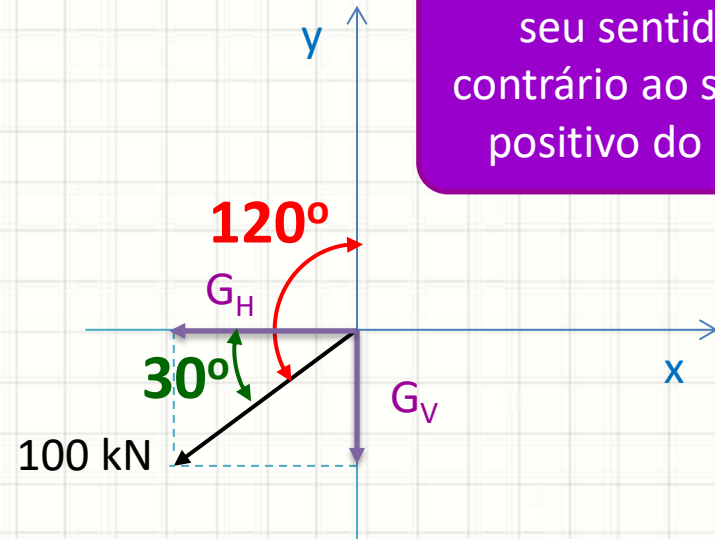


$$F_H = 200.000 \cdot \sin 50^\circ$$

$$F_H = 153.208,89N$$

$$F_V = 200.000 \cdot \cos 50^\circ$$

$$F_V = 128.557,52N$$



$$G_H = -100.000 \cdot \cos 30^\circ$$

$$G_H = -86.602,54N$$

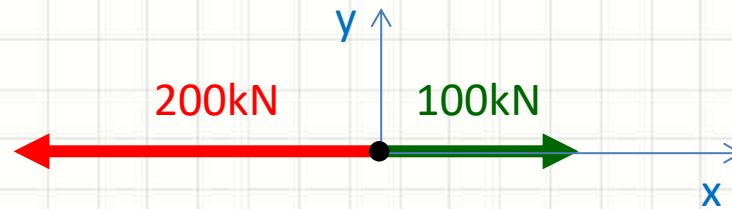
$$G_V = -100.000 \cdot \sin 30^\circ$$

$$G_V = -50.000N$$

$G_H$  e  $G_V$  são negativos porque seu sentido é contrário ao sentido positivo do eixo!

# Resultante de Forças

- Sempre que houver várias forças atuando em um ponto, podemos combiná-las por meio de suas componentes e calcular a **resultante**

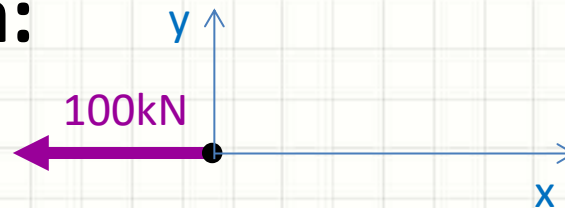


$$\vec{R} = \sum \vec{F}$$

$$R = -200.000 + 100.000$$

$$R = -100.000$$

- É equivalente a:

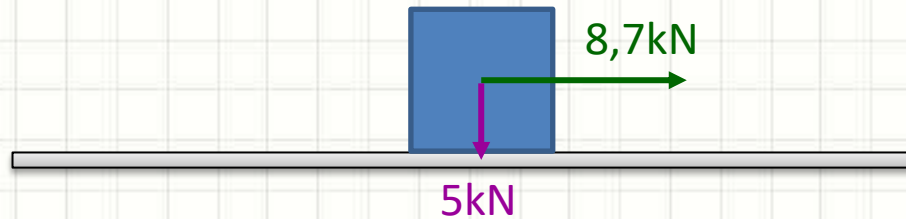




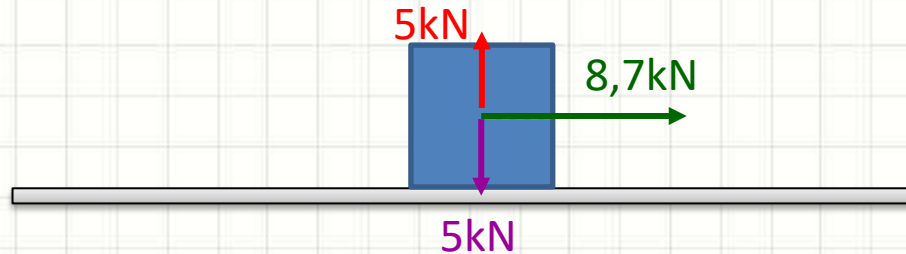
# **EQUILÍBRIO DE FORÇAS**

# Equilíbrio de Forças

- Voltemos ao caso anterior, ignorando o peso



- Por que esse corpo não desce?



- A base **reage** com uma força:
  - Igual intensidade e direção, sentido oposto
  - Equilibra a **componente de força** para baixo



# Equilíbrio de Forças

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

Condição de  
Equilíbrio

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

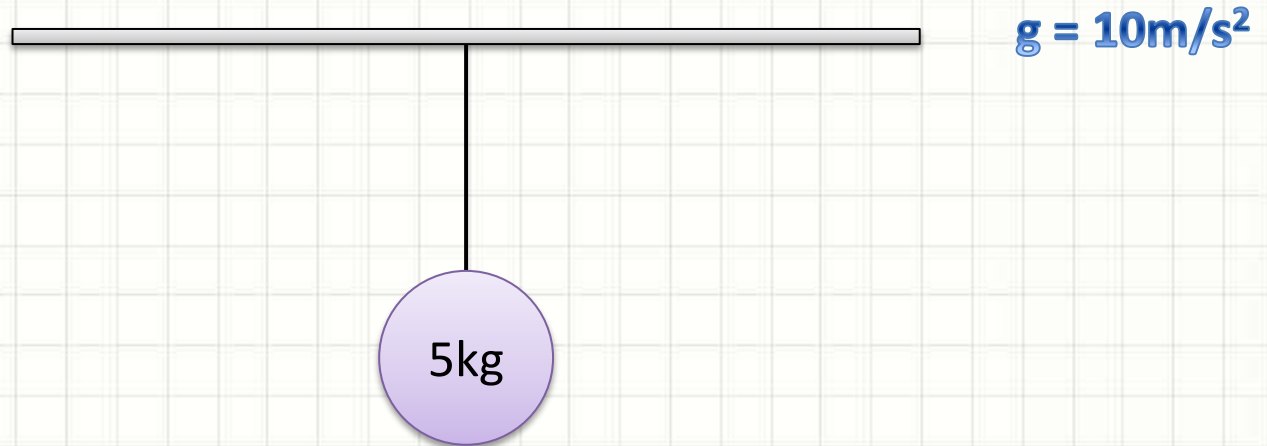


**Se equilibram!**

- Equilíbrio significa “parado”?
  - “Sem alterar estado de movimento” na direção!

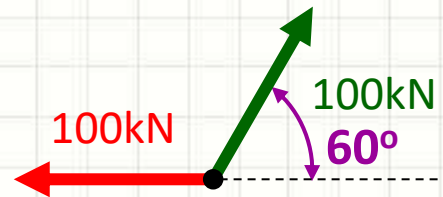
# Exercício

- Qual a reação para equilibrar o peso abaixo?



# Equilíbrio de Forças

- E quando não estão na mesma direção?

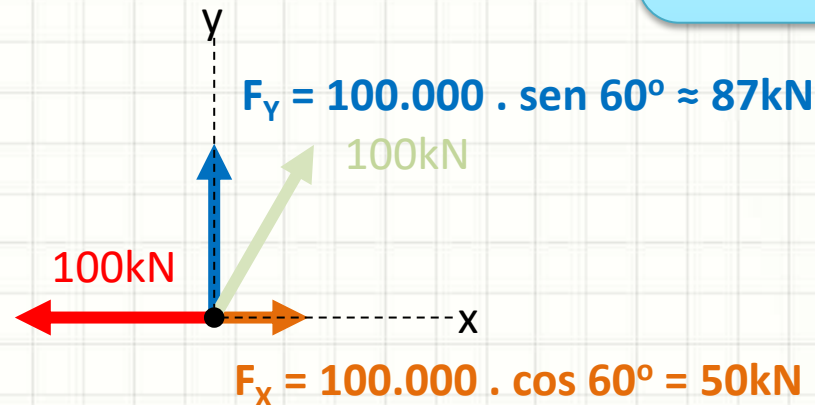


Condição de Equilíbrio

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

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

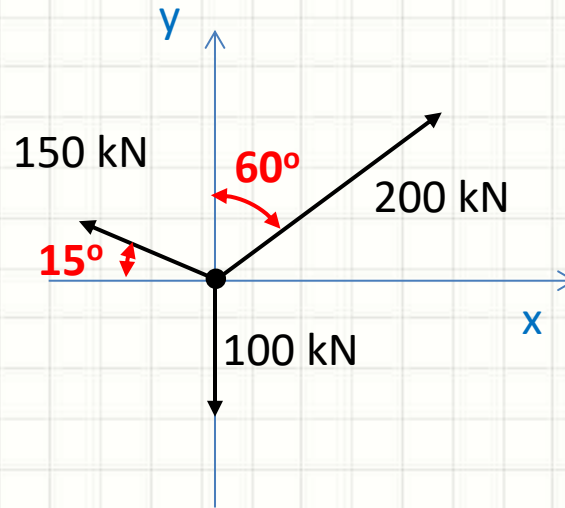
- Verificamos pelas projeções!



**Está em equilíbrio?** Qual a resultante?

# Exercício

- Calcule a resultante para verificar o equilíbrio



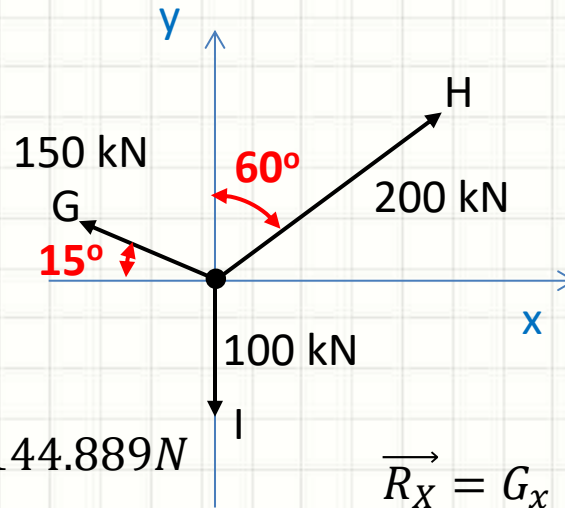
Condição de Equilíbrio

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

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

# Exercício

- Calcule a resultante para verificar o equilíbrio



Condição de Equilíbrio

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

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

$$G_X = -150.000 \cdot \cos 15^\circ \cong -144.889N$$

$$G_Y = 150.000 \cdot \sin 15^\circ \cong 38.823N$$

$$H_X = 200.000 \cdot \sin 60^\circ \cong 173.205N$$

$$H_Y = 200.000 \cdot \cos 60^\circ \cong 100.000N$$

$$I_X = 0N$$
 I é vertical!

$$I_Y = -100.000N$$

$$\vec{R}_X = G_X + H_X + I_X$$

$$\vec{R}_X = -144.889 + 173.205 + 0$$

$$\vec{R}_X = 28.316N$$
 Sem equilíbrio!

$$\vec{R}_Y = G_Y + H_Y + I_Y$$

$$\vec{R}_Y = 38.823 + 100.000 - 100.000$$

$$\vec{R}_Y = 38.823N$$
 Sem equilíbrio!

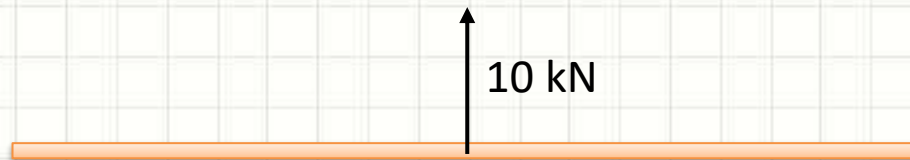




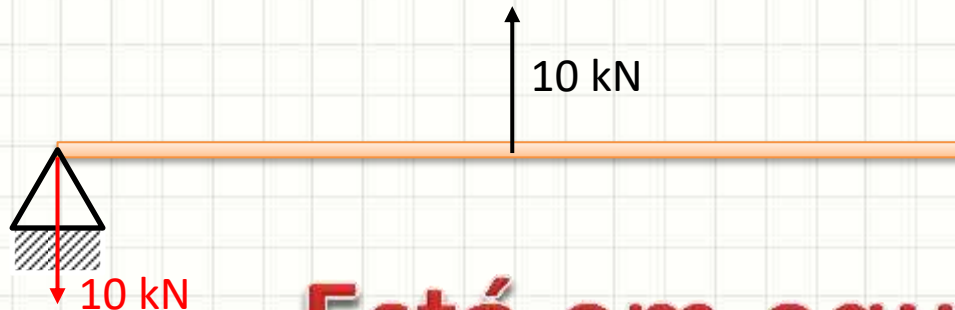
**NOÇÃO INTUITIVA:**  
**EQUILÍBRIO EM BARRAS**

# Equilíbrio em Barras

- O que acontece com essa barra?  $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$



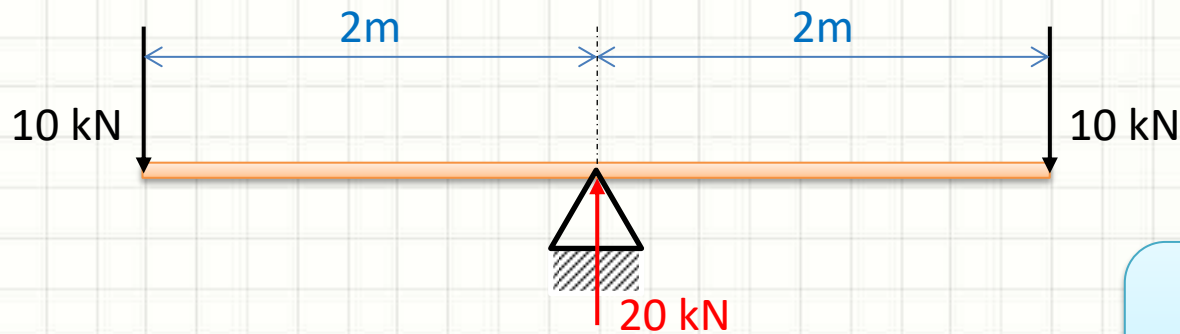
- E se ela estiver presa em uma articulação?



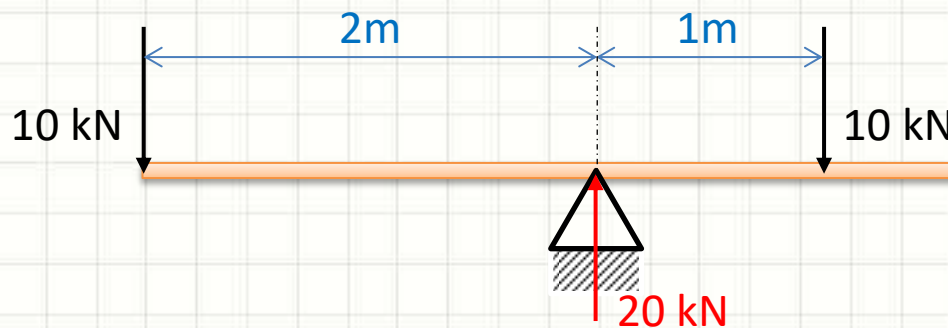
**Está em equilíbrio?**

# Equilíbrio em Barras

- E nesse outro caso?



- E agora?



Condição de Equilíbrio

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

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

**Parece que, para barras\*, as condições que vimos não são suficientes!**



# CONCLUSÕES

# Resumo

- Planos de Ensino e Aula e Datas
  - Critérios de aprovação e Fontes de Informação
  - Importância da Mecânica dos Sólidos
  - Forças e Equilíbrio de Forças
- 

- Momento de uma força
  - Equilíbrio de Momentos
- Equilíbrio de Corpo Rígido
  - Condições para um corpo se manter estático





**PERGUNTAS?**