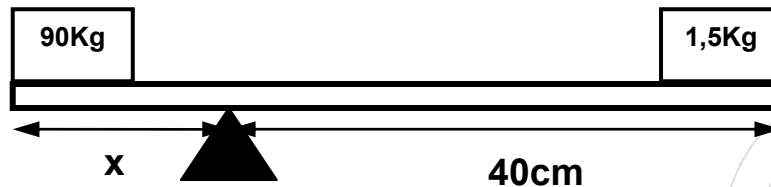


QUESTÕES CORRIGIDAS MOMENTO E EQUILÍBRIO

1. Uma barra de peso desprezível está em equilíbrio na posição horizontal, conforme o esquema a seguir.



As massas de 90 kg e 1,5 Kg se encontram em sua extremidade, sendo que o ponto de apoio está a 40 cm da extremidade direita. Qual o valor da distância “x”, do apoio até a extremidade esquerda, para manter a barra em equilíbrio?

- a) 240cm.
- b) 120cm.
- c) 1,5cm.
- d) $\frac{2}{3}$ cm.

CORREÇÃO

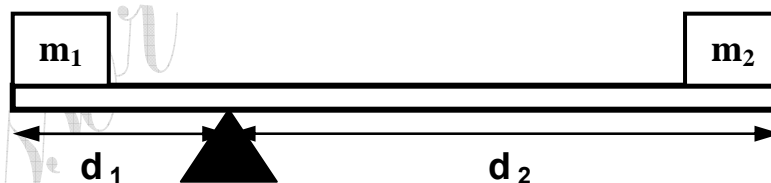
Para o Equilíbrio, o Momento Resultante deve ser igual a zero.

$M = F \cdot d \cdot \cos\theta$, que leva a: $F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$.

$$90 \cdot x = 1,5 \cdot 40 \Rightarrow x = \frac{2}{3} \text{ cm.}$$

GABARITO: D

2. É possível se equilibrar uma balança na horizontal sem que seu ponto de apoio esteja localizado precisamente em seu centro, conforme a figura abaixo.



Aliás, em várias aplicações e diferentes tipos de balança, é necessário que o equilíbrio se dê exatamente desta forma.

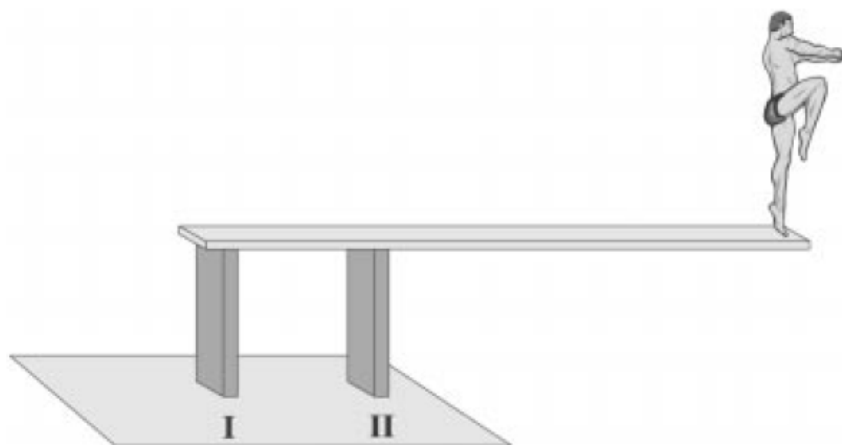
- a) Considerando a figura e os comentários acima, diga **quais as condições necessárias** para que o equilíbrio seja possível neste caso.
- b) Sendo $m_2 = 100 \text{ g}$, $d_1 = 5 \text{ cm}$ e $d_2 = 60 \text{ cm}$, calcule o valor de m_1 para que a balança permaneça em equilíbrio na horizontal.

CORREÇÃO

- a) Para que haja o equilíbrio, o **Momento Resultante** deve ser igual a zero. Ou: $F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$.

b) Aplicando a equação: $x \cdot 5 = 100 \cdot 60 \Rightarrow x = 1200 \text{ g} = 1,2 \text{ Kg}$.

3. (UFMG/2005) Gabriel está na ponta de um trampolim, que está fixo em duas estacas – I e II –, como representado nesta figura:

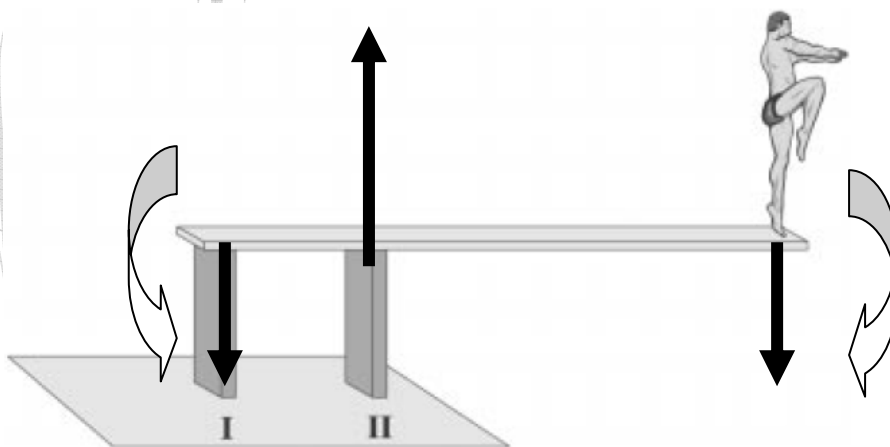


Sejam \vec{F}_I e \vec{F}_{II} as forças que as estacas I e II fazem, respectivamente, no trampolim. Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que essas forças estão na direção vertical e

- A) têm sentido contrário, \vec{F}_I para cima e \vec{F}_{II} para baixo.
 B) ambas têm o sentido para baixo.
 C) têm sentido contrário, \vec{F}_I para baixo e \vec{F}_{II} para cima.
 D) ambas têm o sentido para cima.

CORREÇÃO

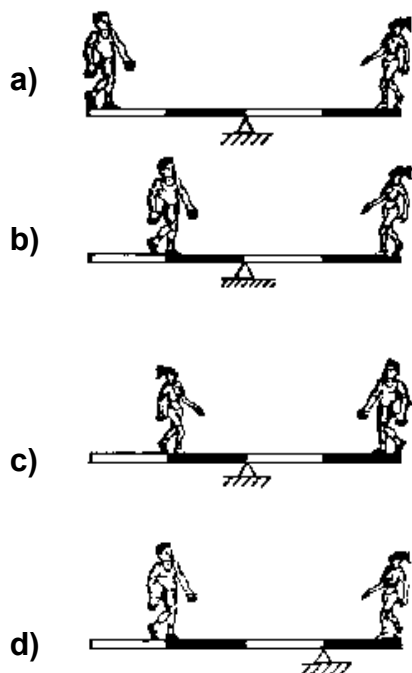
Questão conceitual, basta analisar a figura.



Quando o atleta salta no trampolim, seu peso força o lado direito para baixo, provocando um momento no sentido horário. A estaca central se comporta como ponto de apoio e a outra, lateral esquerda, é obrigada a aplicar uma força para baixo, provocando momento no sentido anti-horário para anular o momento provocado pelo peso do atleta.

GABARITO: C

4. (UFV) Um rapaz de 900 N e uma garota de 450 N estão em uma gangorra. Das ilustrações abaixo, a que representa uma situação de equilíbrio é:



CORREÇÃO

Basta aplicar a equação de equilíbrio, observando no visual as distâncias em relação ao apoio: $F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$. Como o homem pesa o dobro que a garota, deve estar na metade da distância ao apoio.

$$900 \cdot 1 = 450 \cdot 2$$

GABARITO: B

5. Tomara que você nunca precise, mas eu já tive que trocar um pneu várias vezes! E debaixo do sol rachando dá um suor danado! **RESPONDA:**

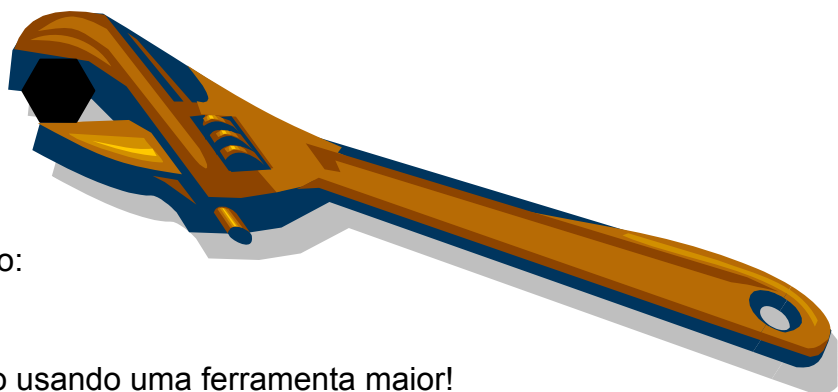
- a) Na hora de desparafusar as porcas que prendem a roda, quais parâmetros físicos vão influir no esforço que você terá que fazer?
 b) Como você poderia **DIMINUIR** seu esforço para desparafusar ou parafusar?

CORREÇÃO

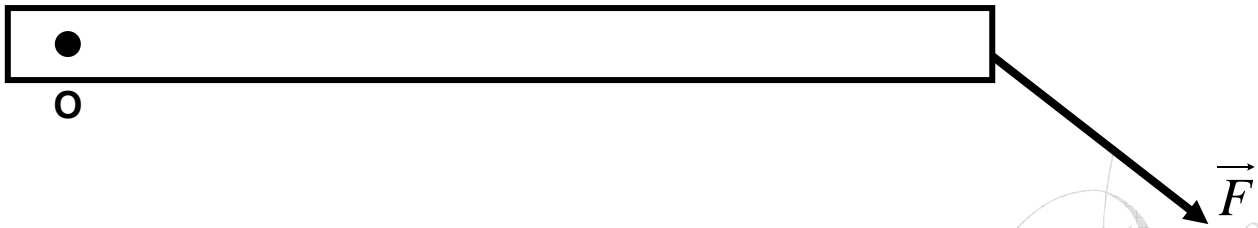
a) Para usar a chave de roda, que não é esta que illustrei, força não tem jeito, você fará! Assim, o que pode influir no seu esforço são outros dois fatores: a distância de aplicação da força, que vai depender do tamanho da ferramenta ou de onde você coloca a mão nela, e o ângulo que ela forma com o eixo até o ponto de apoio:

$$M = F \cdot d \cdot \text{sen}\theta$$

- b) Simples: aumente a distância até o apoio usando uma ferramenta maior!



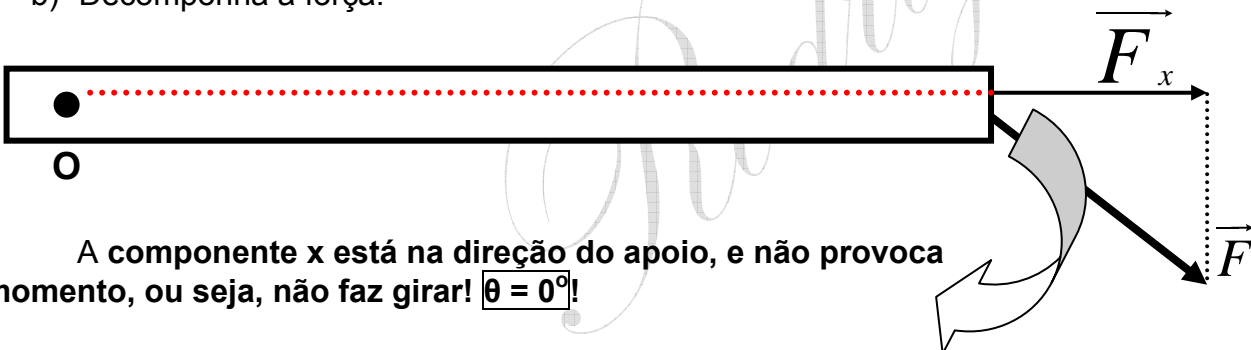
6. Observe a figura abaixo, que representa uma barra que pode girar livremente em torno do apoio O sofrendo a ação de uma força \vec{F} inclinada em relação à barra.



- a) Pelo desenho, a barra irá girar no sentido horário ou anti-horário?
- b) **CALCULE** o Momento provocado pela componente x , \vec{F}_x , da força. **JUSTIFIQUE** sua resposta.

CORREÇÃO

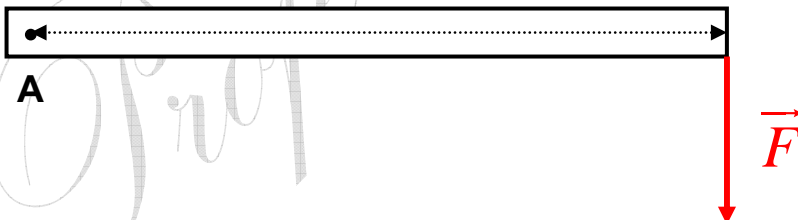
- a) Pela figura, a barra gira no sentido **horário**.
- b) Decomponha a força.



A componente x está na direção do apoio, e não provoca momento, ou seja, não faz girar! $\theta = 0^\circ$!

7. Uma barra apoiada em A sofre a ação de uma força F de 10 N conforme o esquema abaixo.

$d = 6 \text{ m}$

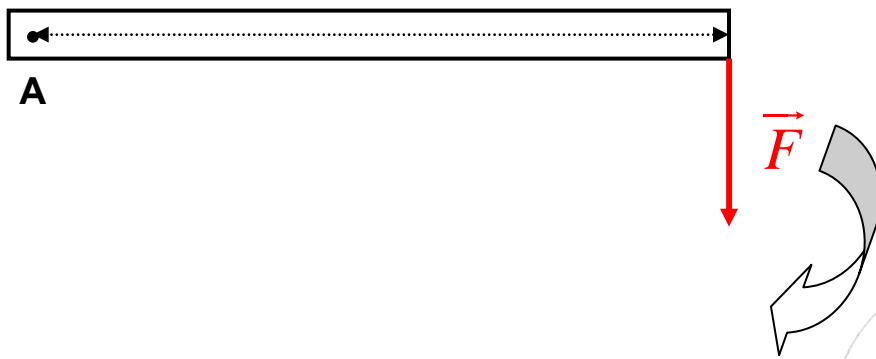


- a) De acordo com o esquema, a barra irá girar no sentido horário ou anti-horário?
- b) **CALCULE** o Momento provocado pela força F .

CORREÇÃO

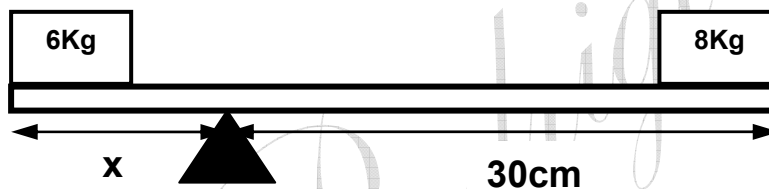
a) A figura deixa claro: a barra irá girar no sentido horário.

$$d = 6 \text{ m}$$



b) $M = F \cdot d = 10 \cdot 6 = 60 \text{ N.m}$.

8. Uma barra de peso desprezível está em equilíbrio na posição horizontal, conforme o esquema a seguir.



As massas de 6 kg e 8 Kg se encontram em sua extremidade, sendo que o ponto de apoio está a 30 cm da extremidade direita. Qual o valor da distância “x”, do apoio até a extremidade esquerda, para manter a barra em equilíbrio?

- a) 40 cm.
- b) 32 cm.
- c) 2,25 cm.
- d) $\frac{2}{3}$ cm.

CORREÇÃO

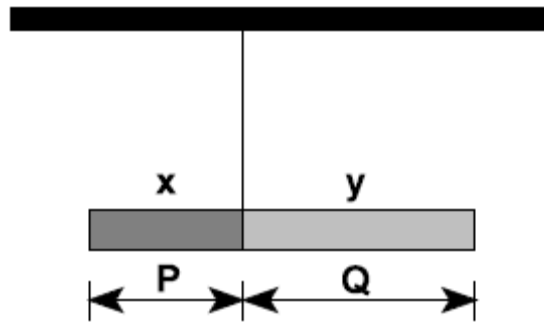
Para o Equilíbrio, o Momento Resultante deve ser igual a zero.

$$M = F \cdot d \cdot \cos\theta, \text{ que leva a: } F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2.$$

$$6 \cdot x = 8 \cdot 30 \Rightarrow x = 40 \text{ cm.}$$

GABARITO: A

9. (UFVJM/2006) Uma viga cilíndrica, homogênea, é construída em duas partes, com dois materiais distintos, de densidades $d_x = 18 \text{ g/cm}^3$ e $d_y = 2 \text{ g/cm}^3$. A viga permanece em equilíbrio, na horizontal, quando suspensa na junção das duas partes, como ilustra a figura abaixo.



Com base nessas informações, é **CORRETO** afirmar que a razão adimensional entre as distâncias Q e P (Q/P) é igual a

- A) 18
- B) 2
- C) 9
- D) 3

CORREÇÃO

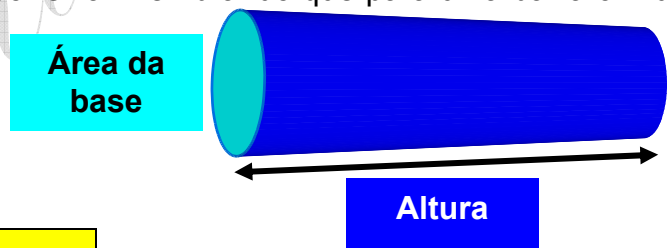
Como se trata de uma questão de **Equilíbrio de um corpo extenso**, a primeira vista imaginei ser bem simples e tentei de cabeça: como um lado é 9 vezes mais denso, a distância deve ser nove vezes menor. Mas, as contas me mostraram que não!

Condição de equilíbrio: **Momento_{Anti-horário} = Momento_{Horário} ⇒ $F_1 d_1 = F_2 d_2$** , onde **F** é força e **d** a distância até o apoio, na corda.

No caso, as forças são os pesos, inclusive aplicados no centro de massa, mas a proporção será a mesma... Brincando com as fórmulas: **$P = mg$** , **$d = m / V$** ⇒ **$P = d \cdot V \cdot g$** .

Esta é exatamente a *fórmula* do Empuxo, por sinal. Lembrando que para uma barra cilíndrica o **volume = área da base.altura**.

Então, **$P = d \cdot A \cdot h \cdot g$** , mas **$d = h/2$** , isto é, o peso está no centro de massa, na metade da altura do cilindro. Substituindo, finalmente, para terminar:



$$F_1 d_1 = F_2 d_2 \Rightarrow d_1 A h_1 g \frac{h_1}{2} = d_2 A h_2 g \frac{h_2}{2} \Rightarrow$$

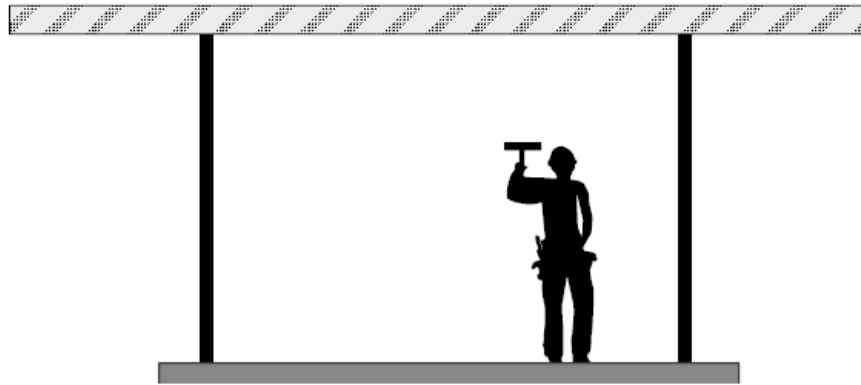
$$d_x \cancel{A} \cancel{g} \frac{P}{2} = d_y \cancel{A} \cancel{g} \frac{Q}{2} \Rightarrow \frac{Q^2}{P^2} = \frac{d_x}{d_y} \Rightarrow$$

$$\frac{Q}{P} = \sqrt{\frac{d_x}{d_y}} = \sqrt{\frac{18}{2}} = 3$$

As contas mostraram que a razão Q/P varia com a **raiz** da razão entre as densidades. Interessante, mas é uma *pegadinha*, e mais complicada.

OPÇÃO: D.

10. (UFMG/2010) Para pintar uma parede, Miguel está sobre um andaime suspenso por duas cordas. Em certo instante, ele está mais próximo da extremidade direita do andaime, como mostrado nesta figura:



Sejam T_E e T_D os módulos das tensões nas cordas, respectivamente, da esquerda e da direita e P o módulo da soma do peso do andaime com o peso de Miguel. Analisando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que

- A) $T_E = T_D$ e $T_E + T_D = P$.
 B) $T_E = T_D$ e $T_E + T_D > P$.
 C) $T_E < T_D$ e $T_E + T_D = P$.
 D) $T_E < T_D$ e $T_E + T_D > P$.

CORREÇÃO

Esta é uma questão de **Equilíbrio de um Corpo Extenso**. O andaime não é uma *partícula*. Para equilibrá-lo, devemos obedecer a duas condições:

- $F_{Res} = 0$ ou $\Sigma \vec{F} = 0$. A força resultante deve ser igual a zero, 1ª Lei de Newton;
- $M_{Res} = 0$ ou $\Sigma \vec{M} = 0$. O momento resultante deve ser igual a zero, para **não girar**.

Qualitativamente, e usando o bom senso, quando o peso não é igualmente distribuído em um corpo, isto causa alguns efeitos. É por esta razão que caminhões têm mais rodas atrás. Aviões também, por exemplo! Desta forma, olhando a figura, como **o homem está mais perto da corda da direita, a tração deve ser maior nela**. Além de o peso ser **equilibrado pela soma das duas trações**. Desenhando:

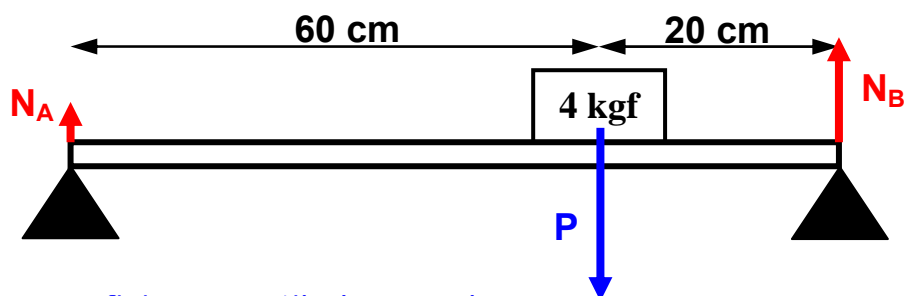
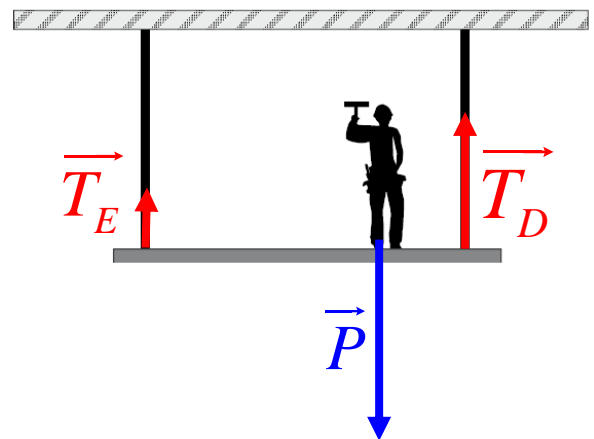
As **duas trações para cima** igualam **o peso, para baixo**.

E, para anular o **momento provocado pelo peso em relação aos apoios nas cordas**, a **da direita deve ser maior**.

Vou mostrar de outra maneira, com números, que facilitam para alguns estudantes. Veja o desenho abaixo, de uma barra de peso desprezível apoiada em suas extremidades A e B. Valores e distâncias estão na figura.

Aplicando ao problema abaixo as **condições de equilíbrio**: $P = 4 = N_A + N_B$.

Além disto, calculando o **momento em relação ao apoio A** e lembrando que para **forças perpendiculares** $M = F \cdot d$, teremos: $N_B \cdot (20+60) = 4(P) \cdot 60 \Rightarrow N_B = 3 \text{ kgf}$. Substituindo na equação anterior, $N_A = 1 \text{ kgf}$. Lembre-

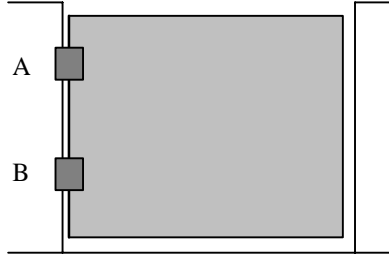


se também de que, ao escolhermos A como apoio, o momento de N_A se anula! Veja mais questões sobre este assunto em:

- http://www.fisicanovestibular.xpg.com.br/questoes/1_estatica.pdf .

OPÇÃO: C.

- 11. (ENEM/1998) (SP-C6-H20)** Um portão está fixo em um muro por duas dobradiças A e B, conforme mostra a figura, sendo P o peso do portão.



Caso um garoto se dependure no portão pela extremidade livre, e supondo que as reações máximas suportadas pelas dobradiças sejam iguais,

- (A) é mais provável que a dobradiça A arrebente primeiro que a B.
- (B) é mais provável que a dobradiça B arrebente primeiro que a A.
- (C) seguramente as dobradiças A e B arrebentarão simultaneamente.
- (D) nenhuma delas sofrerá qualquer esforço.
- (E) o portão quebraria ao meio, ou nada sofreria.

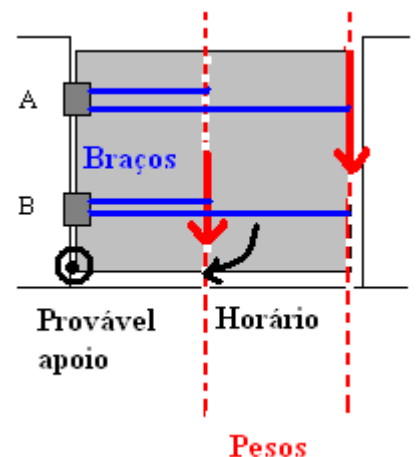
CORREÇÃO

Questão de análise relativamente complexa, sobre **Momento de Uma Força, ou Torque**. Tracei na figura o peso **P** do portão, no **Centro de Gravidade** (meio), e o **do menino** na **extremidade direita** da figura.

O Torque é dado por: $T = F \cdot d \cdot \text{sen}\theta$, onde F é a força, d a distância até o apoio e θ o ângulo formado entre F e d. Mas pode-se interpretar $F \cdot \text{sen}\theta$ como a componente da força perpendicular à distância até o apoio d, ou **$d \cdot \text{sen}\theta$** o chamado “**braço de alavanca**”, ou a distância perpendicular do apoio até a linha de ação da força, que tracei de vermelho. Veja a figura:

Os braços de alavancas são iguais em comprimento para as duas dobradiças, e assim o **Torque** provocado pelos pesos é o **mesmo**, medido em relação a **A** ou a **B**. Assim, argumentar pelo módulo do Torque não fará diferença! E o sentido do Torque, nos dois casos, é o **horário**. Observe então que ao girar sob a ação do peso do menino, o portão tende a se apoiar embaixo, que destaquei com um círculo preto, **mais distante de A**. Isto fará a diferença!

Como num pé-de-cabra, o portão sob o peso do menino tende a arrancar as dobradiças da parede ao girar no sentido horário, e neste caso a **A deve arrebentar**, saindo da parede, **primeiro**. Porque a dobradiça **A** será forçada **para fora** da parede, enquanto a **B**, num primeiro momento **servindo como apoio** do giro horário, será forçada **para dentro**!



Como eu disse, achei a análise bem complexa! Algumas poucas pessoas têm uma visão Física mais intuitiva das coisas, e talvez acertem com mais facilidade e sem tanta discussão teórica.

OPÇÃO: A.