

## Capítulo 4 – Resultante de Sistemas de Forças

### 4.1 – Momento de Uma Força – **Formulação Escalar**

Momento de uma força = Braço de alavanca x Força

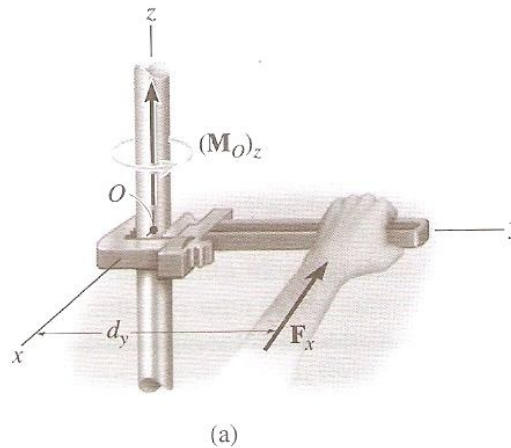


Figura 4.1

$(M_O)_z$  - momento da força  $F_x$  em torno do eixo  $z$ .

$d_y$  - menor distância entre  $F_x$  e o eixo  $z$ .

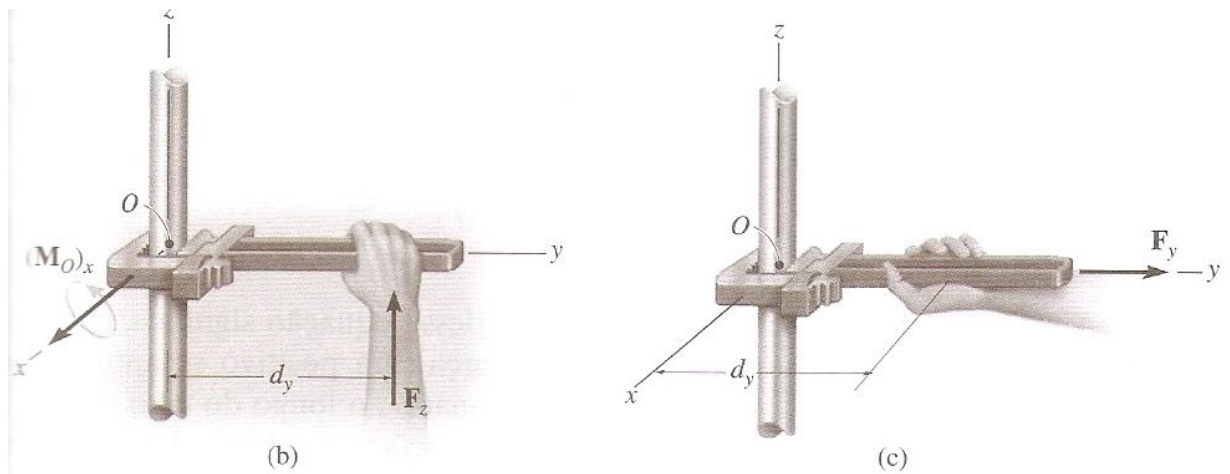
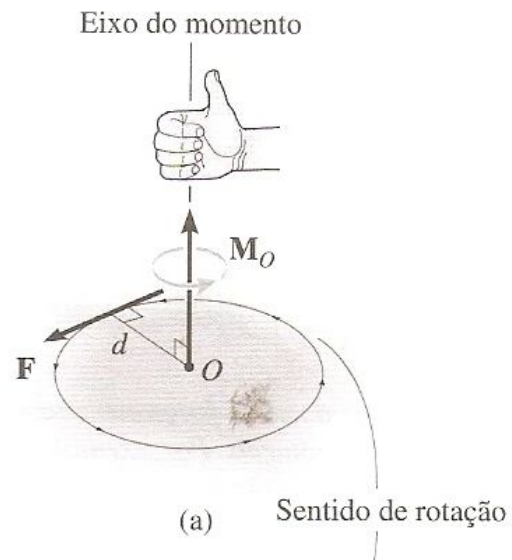


Figura 4.1

$(M_O)_x$  - momento da força  $F_z$  em torno do eixo  $x$ .

$d_y$  - menos distância entre  $F_z$  e o eixo  $x$ .

$F_y$  não produz momento



$$M_O = F d \quad (\text{intensidade})$$

Sentido – regra da mão direita.

## Lista de Exercícios – Exemplos 4.1, 4.2 e 4.3

### Exemplo 4.1

- Fig. 4.4a  $M_O = (100 \text{ N})(2 \text{ m}) = 200 \text{ N} \cdot \text{m} \downarrow$  *Resposta*  
 Fig. 4.4b  $M_O = (50 \text{ N})(0,75 \text{ m}) = 37,5 \text{ N} \cdot \text{m} \downarrow$  *Resposta*  
 Fig. 4.4c  $M_O = (40 \text{ lb})(4 \text{ pés} + 2 \cos 30^\circ \text{ pés}) = 229 \text{ lb} \cdot \text{pés} \downarrow$  *Resposta*  
 Fig. 4.4d  $M_O = (60 \text{ lb})(1 \text{ sen } 45^\circ \text{ pés}) = 42,4 \text{ lb} \cdot \text{pés} \uparrow$  *Resposta*  
 Fig. 4.4e  $M_O = (7 \text{ kN})(4 \text{ m} - 1 \text{ m}) = 21 \text{ kN} \cdot \text{m} \uparrow$  *Resposta*

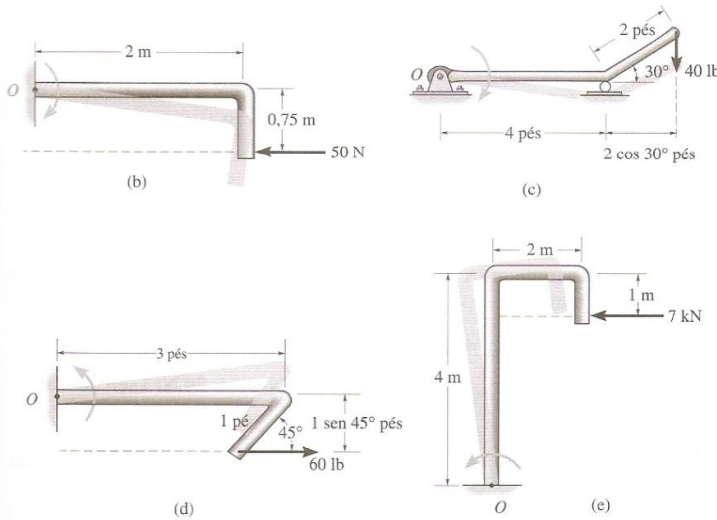
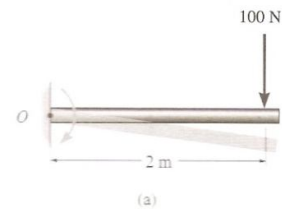
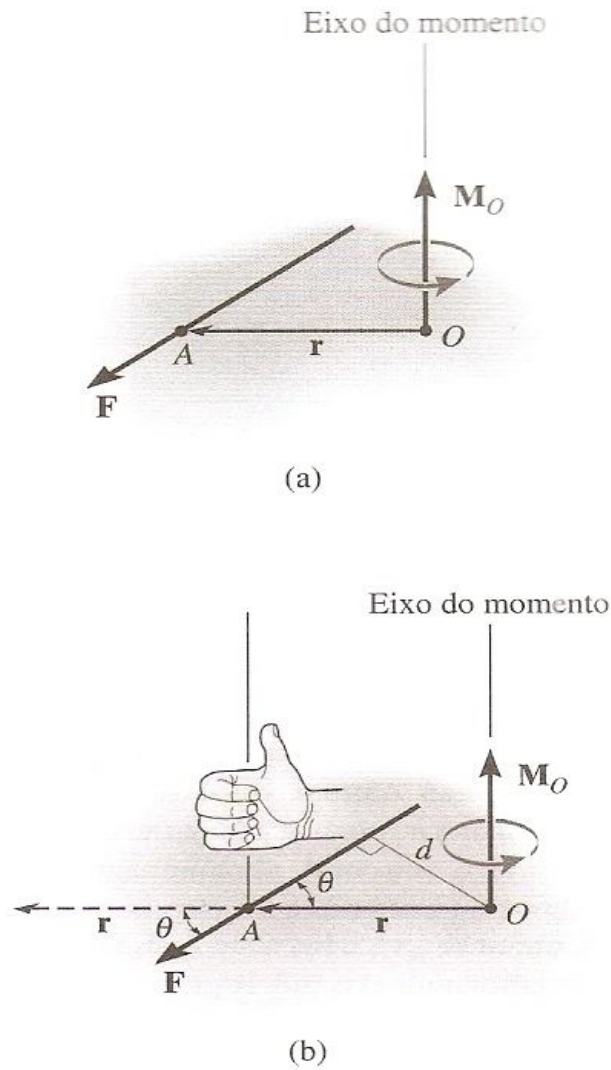


Figura 4.4

## 4.2 Produto Vetorial - Revisão de Geometria Analítica

### 4.3 Momento de uma Força – **Formulação Vetorial**



**Figura 4.12**

$$\mathbf{M}_O = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$

## Momento de um sistema de forças

$$\mathbf{M}_{R_O} = \sum (\mathbf{r}_i \times \mathbf{F}_i)$$

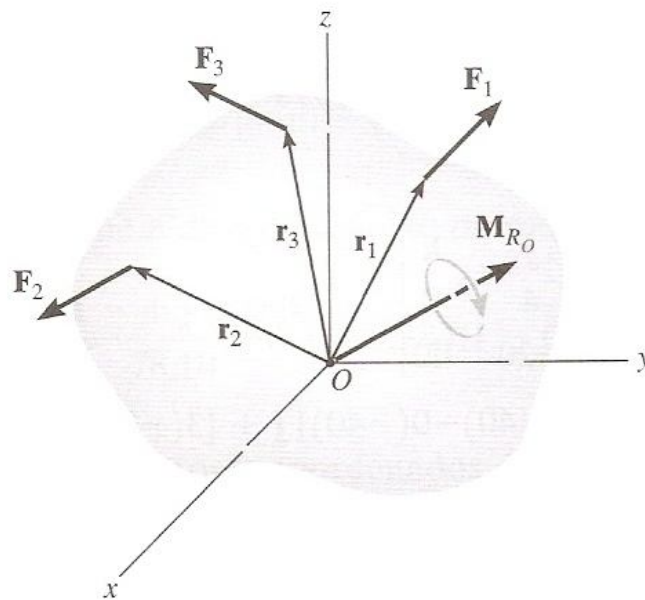
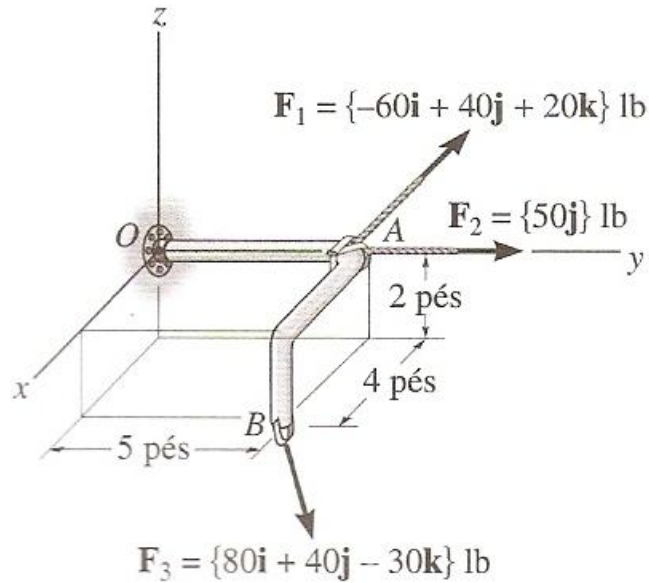


Figura 4.15

# Lista de Exercícios – Exemplos 4.4 e 4.5

## Exemplo 4.5



(a)

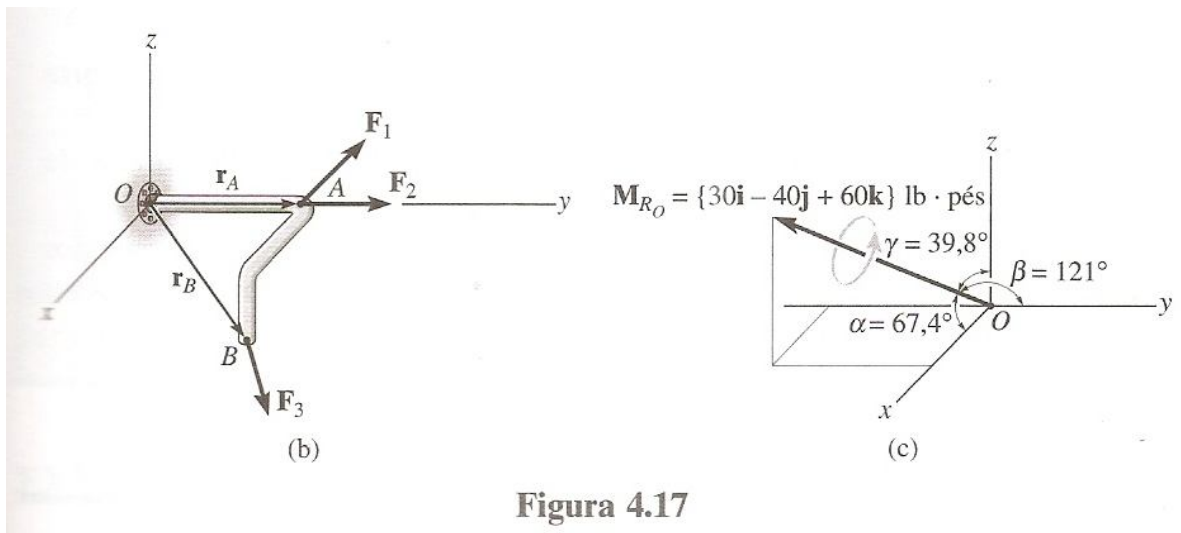
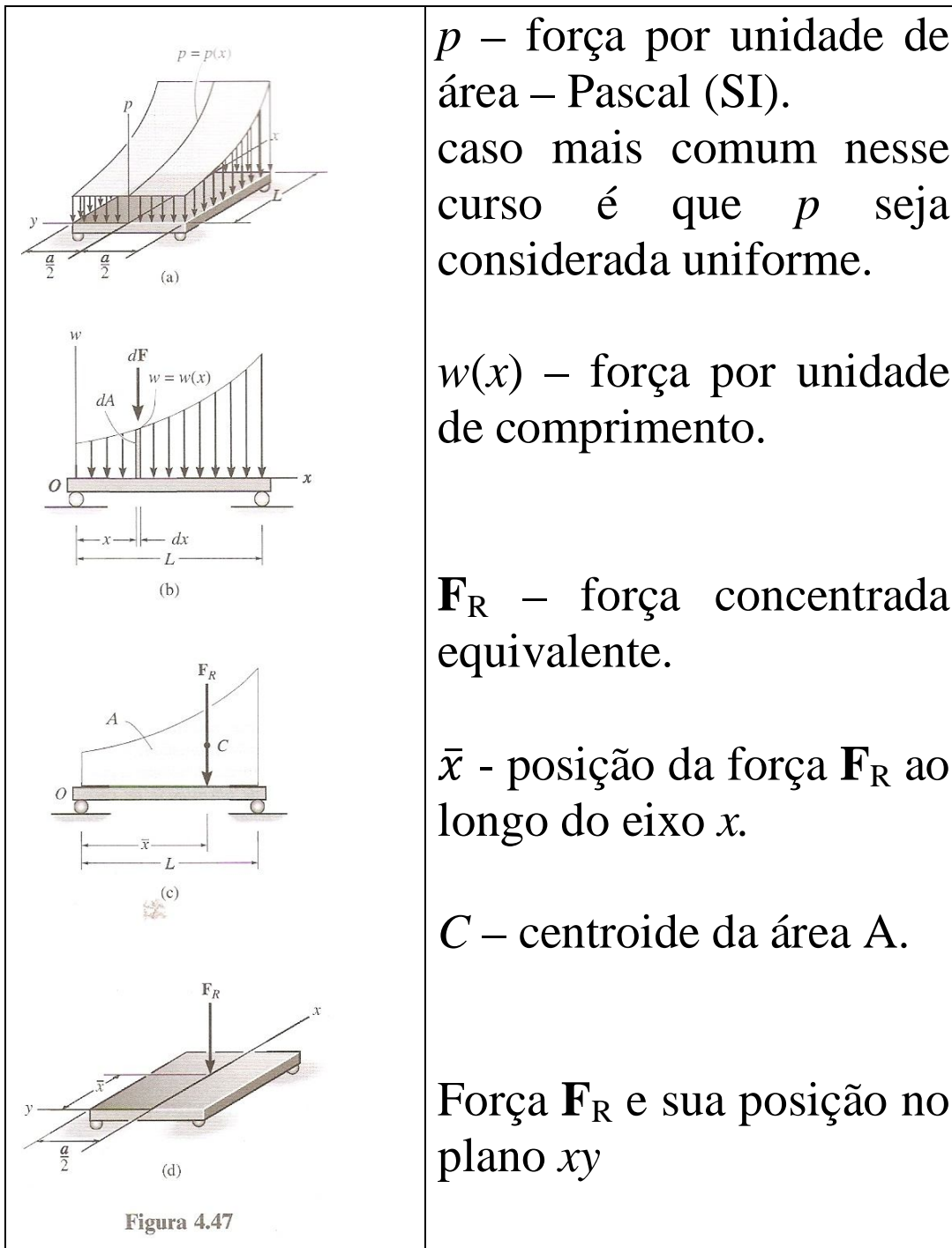


Figura 4.17

## 4.10 - Redução de Um Sistema Simples de Cargas Distribuídas





## Cálculo da intensidade de $\mathbf{F}_R$

Da Figura 4.47 (b),

$$dF = w(x) dx$$

Integrando,

$$F_R = \int_L w(x) dx$$

## Cálculo da localização de $\mathbf{F}_R$

$\mathbf{F}_R$  passa pelo centroide  $C$  da área formada sobre  $w(x)$ .

$$\sum M_O = \int_L x(w(x) dx)$$

Ou

$$\bar{x} F_R = \int_L x(w(x) dx)$$

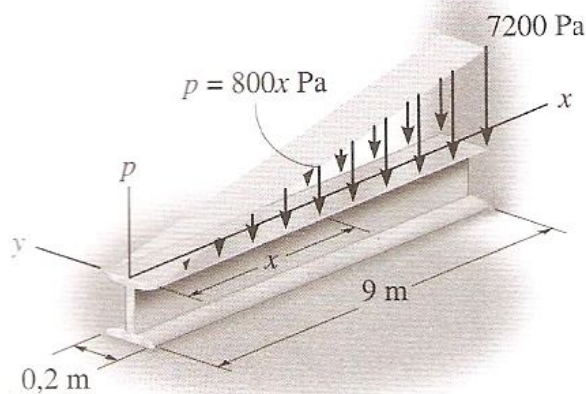
Portanto

$$\bar{x} = \frac{\int_L x(w(x) dx)}{F_R} = \frac{\int_L x w(x) dx}{\int_L w(x) dx}$$

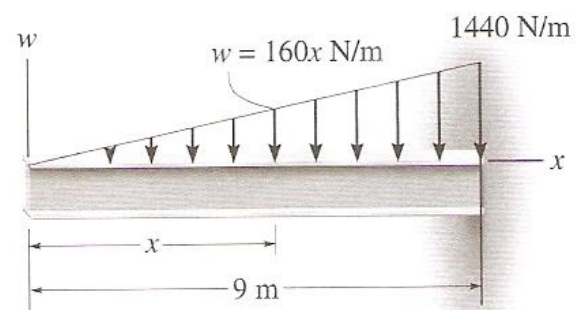
Lista de Exercícios – Exemplos: 4.20, 4.21 e 4.22

Problemas: 4.142, 4.144, 4.146, 4.150, 4.153 e 4.157

### Exemplo 4.21



(a)



(b)

Figura 4.49