ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

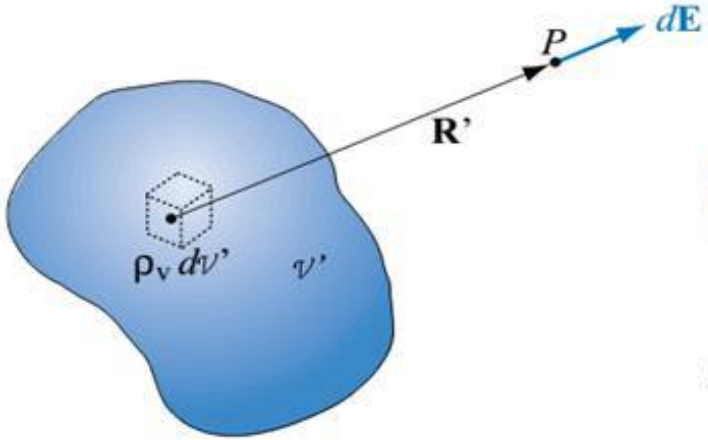
FONTES DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO

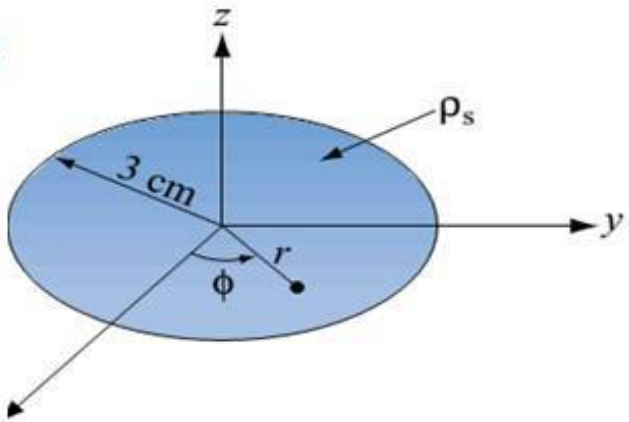
EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE

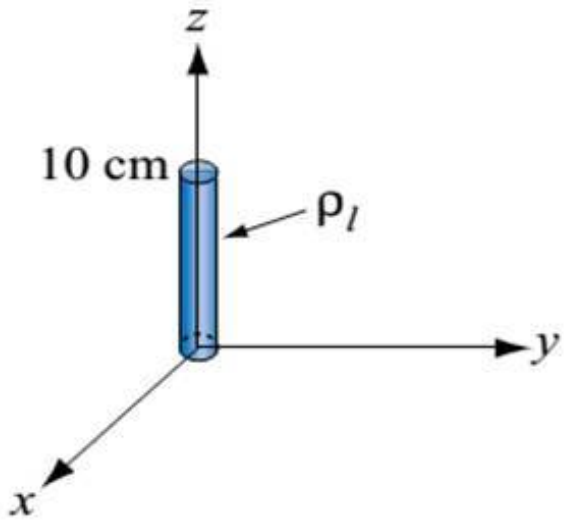
Fontes de Campos Eletromagnéticos

- **CARGA ELÉTRICA E SUAS DENSIDADES: distribuição linear, superficial e volumétrica de cargas**

ρ_V [C/m^3] ρ_s [C/m^2] ρ_l [C/m]

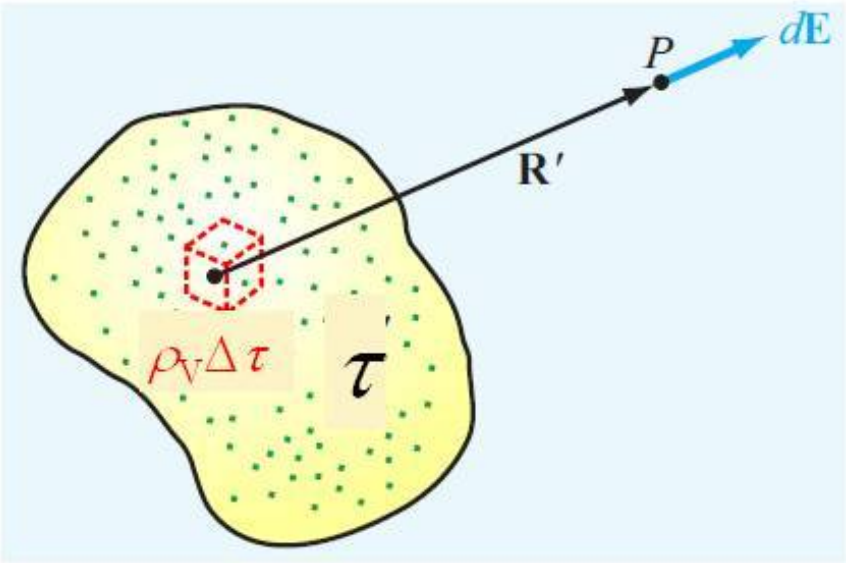






Fontes de Campos Eletromagnéticos

- Densidade <u>volumétrica</u> de carga ρ_V [C/m^3]

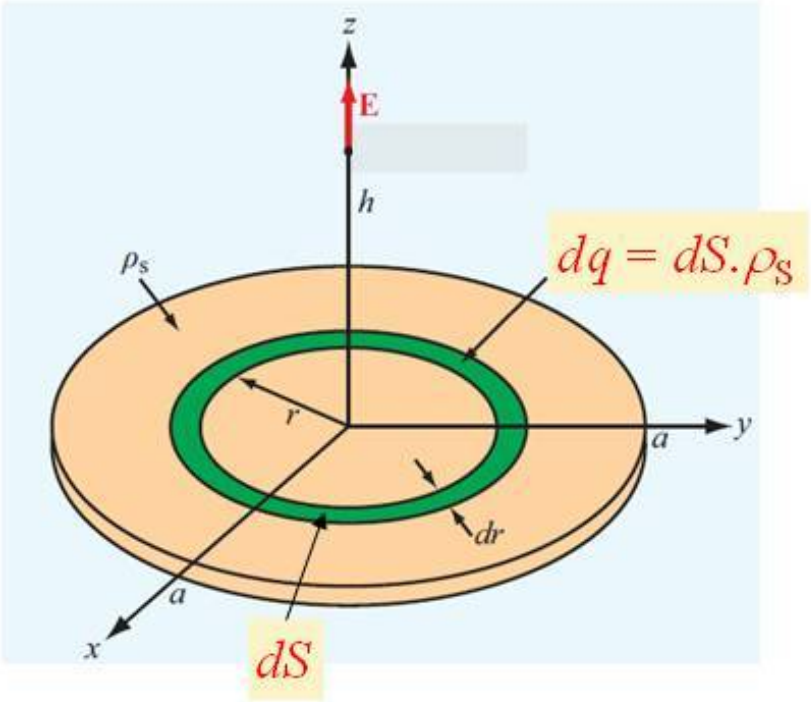


$$\rho_V = \lim_{\Delta\tau \to 0} \frac{\Delta q}{\Delta \tau}$$

$$\rho_V = \frac{dq}{d\tau} \Rightarrow q = \iiint_{\tau} \rho_V \, d\tau$$

Fontes de Campos Eletromagnéticos

- Densidade superficial de carga ρ_S [C/m^2]

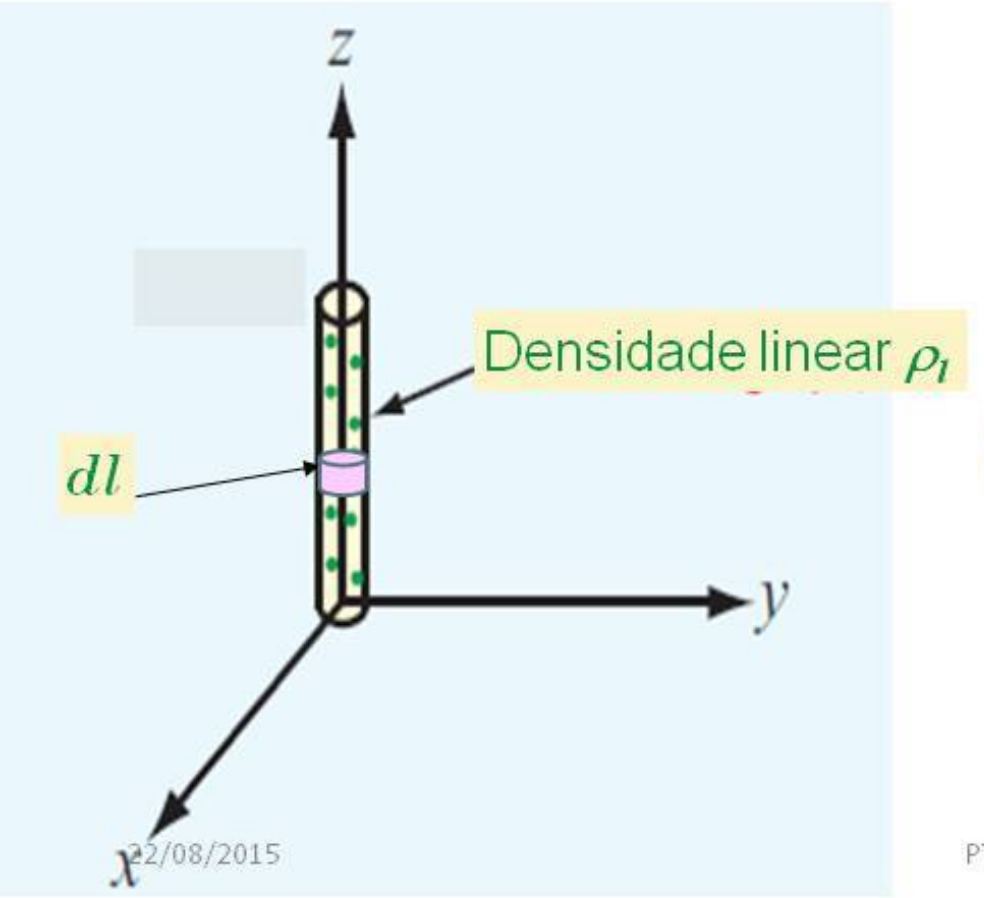


$$\rho_S = \lim_{\Delta S \to 0} \frac{\Delta q}{\Delta S}$$

$$\rho_S = \frac{dq}{dS} \Rightarrow q = \iint_S \rho_S \, dS$$

Fontes de Campos Eletromagnéticos

- Densidade linear de carga ρ_l [C/m]



$$\rho_l = \lim_{\Delta l \to 0} \frac{\Delta q}{\Delta l}$$

$$\rho_l = \frac{dq}{dl} \Rightarrow q = \int_l \rho_l \, dl$$

Fontes de Campos Eletromagnéticos

- Carga total num volume τ:

$$q = \iiint_{\tau} \rho_V \, d\tau + \iint_{S} \rho_S \, dS + \int_{l} \rho_l \, dl + \sum_{i=1}^{n} q_i$$

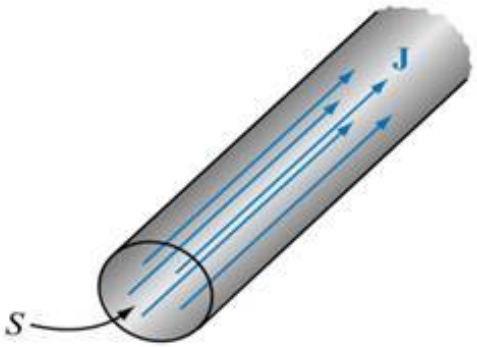
Cargas pontuais

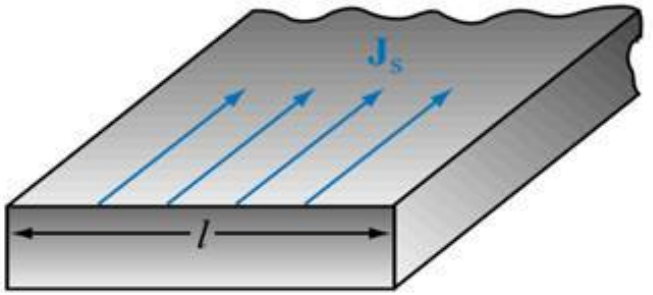
Fontes de Campos Eletromagnéticos

- **CORRENTE ELÉTRICA E SUAS DENSIDADES: Vetor Densidade de Corrente e Densidade Superficial**

$\vec{J}$ [A/m^2]

$\vec{J}_S$ [A/m]

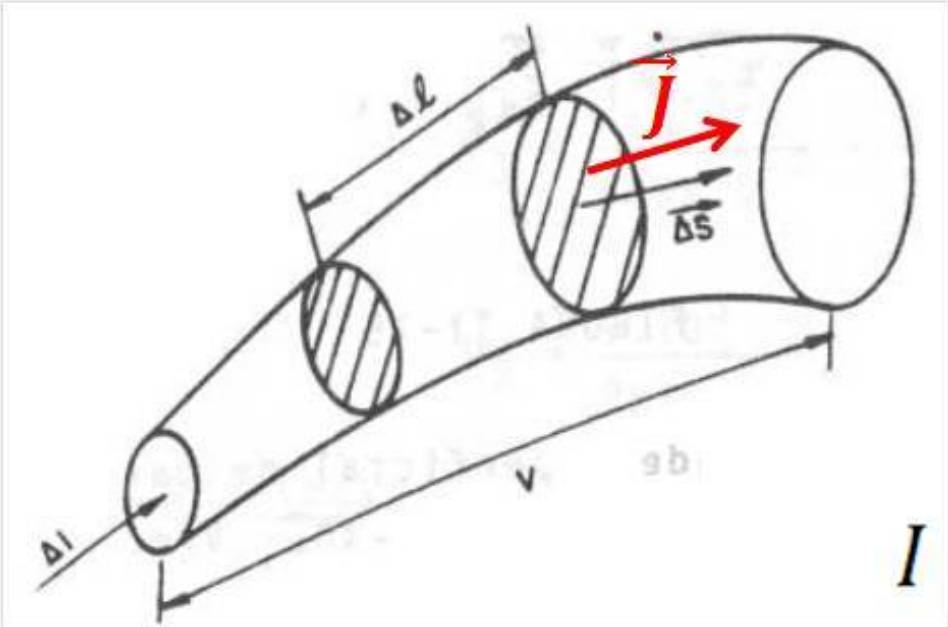




$$I = \oint_S \mathbf{J} \cdot d\mathbf{S}$$

Fontes de Campos Eletromagnéticos

- **CORRENTE ELÉTRICA: movimento ordenado de cargas elétricas**



$$I = \Delta q / \Delta t$$

$$\vec{J} = \frac{\Delta I}{\Delta S} \ [\mathrm{A/m^2}]$$

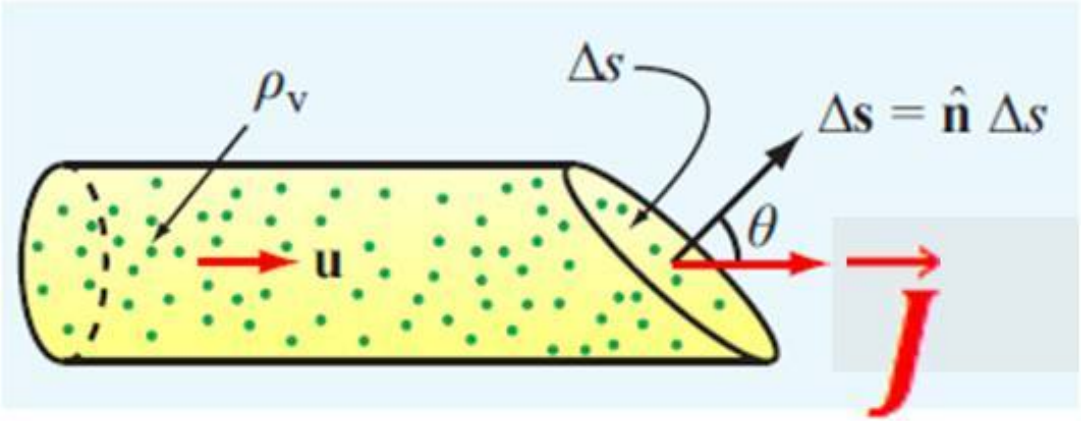
$$\Delta \vec{S} = \Delta S \, \vec{n}$$

$$I = \iint_S \vec{J} \cdot d\vec{S} = \iint_S \vec{J} \cdot \hat{n} \, dS$$

Fontes de Campos Eletromagnéticos

- Campo de corrente J atravessando superfície arbitrária ΔS

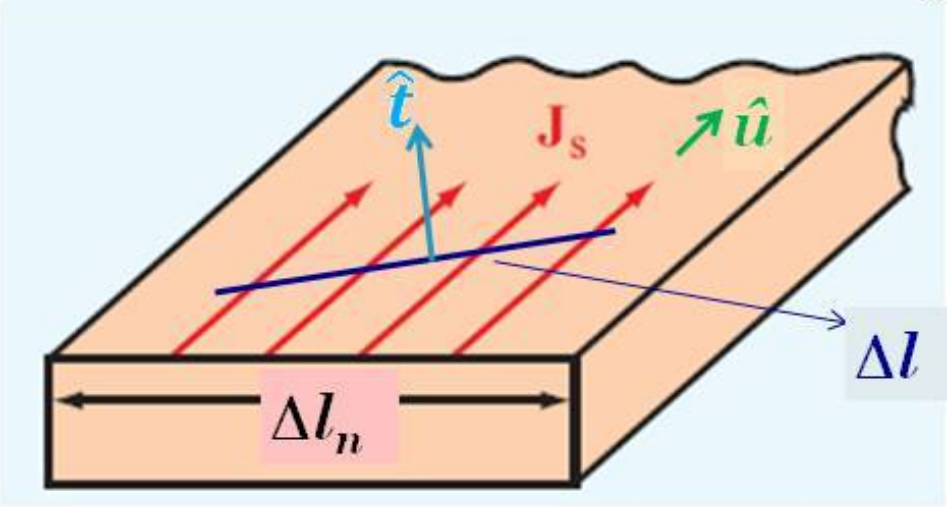
$$\Delta I = \vec{J} \cdot \Delta\vec{S} = \vec{J} \cdot \hat{n}\, \Delta S = \left|\vec{J}\right| \Delta S \cos\theta$$



Fontes de Campos Eletromagnéticos

- **Distribuição superficial de corrente:**

$\vec{J}_S$ [A/m]



$$\vec{J}_S = \frac{\Delta I}{\Delta l_n}\hat{u}\ [\mathrm{A/m}]$$

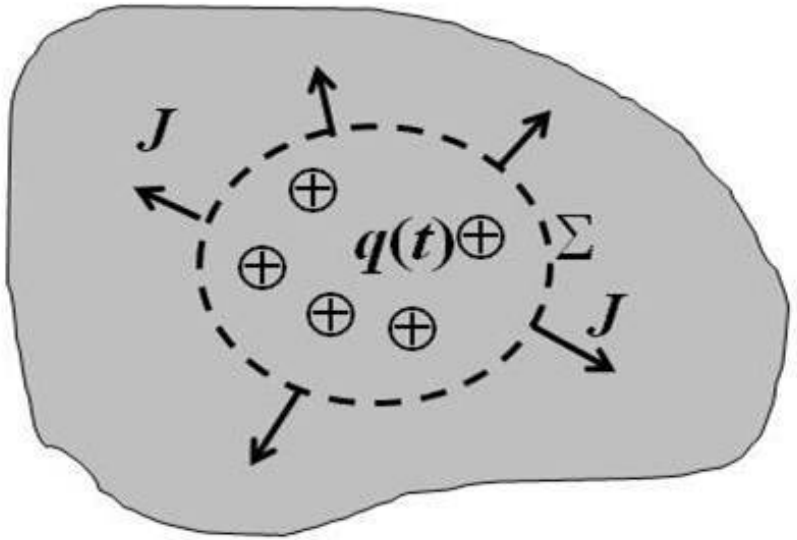
$$\Delta I = \vec{J}_S \cdot \hat{t}\,\Delta l$$

Equação da Continuidade

Expressa o princípio da conservação de cargas elétricas

$$I = \oiint_{\Sigma} \vec{J} \cdot \Delta\vec{S} \Rightarrow I = -\frac{dq}{dt} = -\frac{d}{dt}\iiint_{\tau} \rho_v \, d\tau \Rightarrow$$

$$\oiint_{\Sigma} \vec{J} \cdot \Delta\vec{S} = -\iiint_{\tau} \frac{d\rho_v}{dt} \, d\tau$$



$$\oiint_{\Sigma} \vec{J} \cdot \Delta\vec{S} = \iiint_{\tau} \nabla \cdot \vec{J} \, d\tau$$

$$\nabla \cdot \vec{J} = -\frac{d\rho_V}{dt}$$