Problema 4:

Adaptando as equações de balanço da massa para escoamento trifásico, apresentadas na aula 4, as equações que governam o escoamento bifásico do problema são:

- Água

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\varphi S_w}{B_w}\right)_{VC} = -\nabla \bullet \left(\lambda_w (\nabla P_w - \gamma_w \nabla z)\right) + \dot{q}_{w,std}$$

- Gás

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\varphi S_g}{B_g} + R_s \frac{\varphi S_w}{B_w}\right)_{VC} = -\nabla \bullet \left[\lambda_g\left(\nabla P_g - \gamma_g \nabla z\right) + R_s \lambda_w (\nabla P_w - \gamma_w \nabla z)\right] + \dot{q}_{g,std,total}$$

Este modelo possui variáveis dependentes: Pw, Pg, Sw e Sg:

$$S_w + S_g = 1$$

$$P_{cgw}\left(S_w + S_g\right) = P_g - P_w$$

Onde:

- $\lambda_w = \frac{\check{k}\, k_{rw}}{B_w \mu_w}$
- $\lambda_g = \frac{\check{k}\, k_{rg}}{B_g \mu_g}$
- $B_g = \frac{\left(V_{gl}\right)_{Rescon}}{\left(V_g\right)_{std}} = f(P_g)$
- $B_w = \frac{\left(V_w + V_{gd}\right)_{Rescon}}{(V_w)_{std}} = f(P_w)$
- $R_s = \left(\frac{V_{gd}}{V_w}\right)_{std} = f(P_w)$
- $\rho_w = \frac{1}{B_w}\left(\rho_w, std + \ R_s\ \rho_g, std\right)$

- $\rho_g = \frac{1}{B_g}(\rho_g, std)$

As condições de contorno e inicial (fronteira selada):

$$\frac{\partial^2 P\ (x, y, t)}{\partial x^2} = 0 \qquad em \qquad y = 0\,; y = 400m \qquad t > 0$$

$$\frac{\partial^2 P\ (x, y, t)}{\partial y^2} = 0 \qquad em \qquad x = 0\,; x = 800m \qquad t > 0$$

$$p = pressão\ inicial \qquad em \qquad 0 \le x \le 800\,m\,; \quad 0 \le y \le 400\,m \quad t = 0$$

As condições de contorno e inicial (pressão prescrita na fronteira):

$$p = pressão\ inicial \qquad em \qquad y = 0\,; y = 400m \qquad t > 0$$

$$p = pressão\ inicial \qquad em \qquad x = 0\,; x = 800m \qquad t > 0$$

$$p = pressão\ inicial \qquad em \qquad 0 \le x \le 800\,m\,; \quad 0 \le y \le 400\,m \quad t = 0$$

Problema 5:

Adaptando as equações de balanço da massa para escoamento trifásico, apresentadas na aula 4, as equações que governam o escoamento bifásico do problema são:

- Óleo

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\varphi S_o}{B_o}\right)_{VC} = -\nabla \bullet \left(\lambda_o(\nabla P_o - \gamma_o \nabla z)\right) + \dot{q}_{o,std}$$

- Água

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{\varphi S_w}{B_w}\right)_{VC} = -\nabla \bullet \left(\lambda_w(\nabla P_w - \gamma_w \nabla z)\right) + \dot{q}_{w,std}$$

Este modelo possui variáveis dependentes: Pw, Po, Sw e So:

$$S_w + S_o = 1$$

$$P_{cow}(S_w) = P_o - P_w$$

Onde:

- $\lambda_w = \frac{\check{k}\, k_{rw}}{B_w \mu_w}$
- $\lambda_o = \frac{\check{k}\, k_{ro}}{B_o \mu_o}$
- $B_o = \frac{(V_o)_{Rescon}}{(V_o)_{std}} = f(P_o)$
- $B_w = \frac{(V_w)_{Rescon}}{(V_w)_{std}} = f(P_w)$
- $\rho_w = \frac{1}{B_w}(\rho_w, std)$
- $\rho_o = \frac{1}{B_o}(\rho_o, std)$

As condições de contorno e inicial:

$$\frac{1}{\eta}\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial P}{\partial r}\right) \qquad t > 0$$

$$P\ (r,t) = P_{ini} \qquad t = 0$$

$$\lim_{r\to 0}\left(r\frac{\partial P}{\partial r}\right) = -\frac{q_{o,std}B_o\mu}{2\pi kh} - \frac{q_{w,std}B_w\mu}{2\pi kh} \qquad t > 0$$

$$\lim_{r\to\infty} P\ (r,t) = P_{ini} \qquad t > 0$$

$$\frac{dP}{dr}_{r=re} = 0\ (fronteira\ externa\ impermeável) \qquad t > 0$$