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

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

- Gás

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

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:

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

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

Considerando o regime transiente, as condições de contorno e inicial:

$$\frac{A}{C_A}\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial P}{\partial r}\right)$$

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

$$\lim_{r \to 0} r\frac{\partial P}{\partial r} = -\ \frac{q_{std} B_o \mu}{2\pi k h}$$

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

Onde:

- A = área horizontal do reservatório
- C_A = fator de forma (Tabela K.3 de Rosa et al.)

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

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

- Água

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

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

$$S_w + S_o = 1$$

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

Onde:

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

Considerando o regime transiente, as condições de contorno e inicial:

$$P\ (r = rw) = P_{wf}\ (t)$$

$$\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{dP}{dr}\right) = -\frac{q_{std}B_o\mu}{2\pi r_e^2 h}$$

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