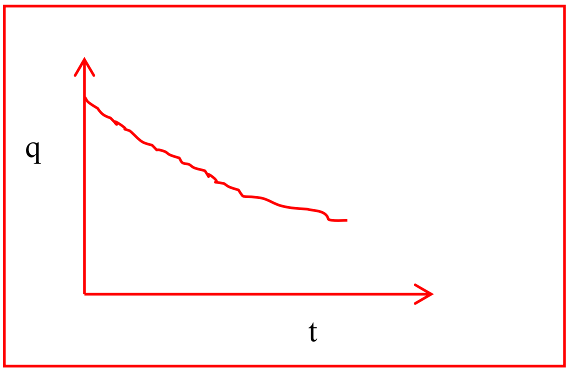
DECLÍNIOS DE PRODUÇÃO

Definição de declínio de produção

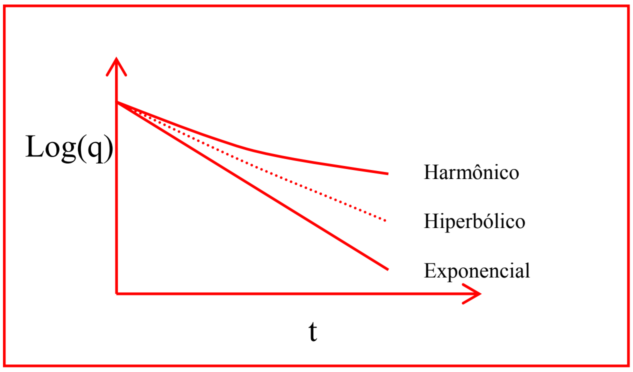
$$a = -\frac{1}{q}\frac{dq}{dt}$$



HIPERBÓLICO (n>1) $\quad a = a_0\left(\frac{q}{q_0}\right)^{1/n}$

HARMÔNICO (n = 1) $\quad a = a_0\left(\frac{q}{q_0}\right)$

EXPONENCIAL (n = ∞) $\quad a = a_0$

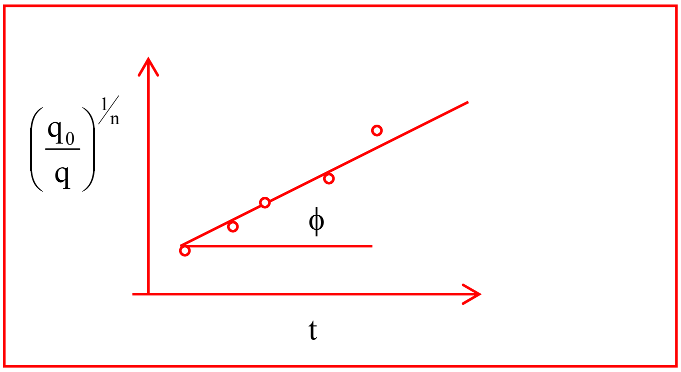


DECLÍNIO HIPERBÓLICO

$$a = -\frac{1}{q}\frac{dq}{dt} = a_0\left(\frac{q}{q_0}\right)^{1/n} \qquad \text{ou} \qquad q_0^{1/n}.q^{-\left(\frac{n+1}{n}\right)}dq = -a_0 dt \qquad \text{integrando:}$$

$$q_0^{1/n}\int_{q_0}^{q}.q'^{-\left(\frac{n+1}{n}\right)}dq' = -a_0\int_0^t dt' \qquad \text{ou} \qquad \left(\frac{q_0}{q}\right)^{1/n} = 1 + \frac{a_0}{n}t \qquad n = ?$$

$a_0 = ?$



$tg(\phi) = a_0/n$

- Por tentativas, ajusta-se n de modo a se obter uma reta.
- A inclinação da reta será $tg(\phi) = a_0/n$
- Com o valor de n e $tg(\phi)$ calcula-se $a_0 = n.\ tg(\phi)$

Temos então que: $$q = q_0\left(1 + \frac{a_0}{n}t\right)^{-n}$$

Integrando no tempo obtemos a produção acumulada de óleo (Np):

$$Np = 365\int_0^t q.dt' = 365.\frac{q_0}{a_0}\frac{n}{(1-n)}\left[\left(1 + \frac{a_0}{n}t\right)^{1-n} - 1\right] = 365.\frac{q_0}{a_0}\frac{n}{(n-1)}\left[1 - \left(\frac{q}{q_0}\right)^{\frac{n-1}{n}}\right]$$

O óleo móvel (M) pode ser definido como a produção total acumulada desde a vazão inicial até atingir a vazão nula (ou entre o tempo zero e infinito):

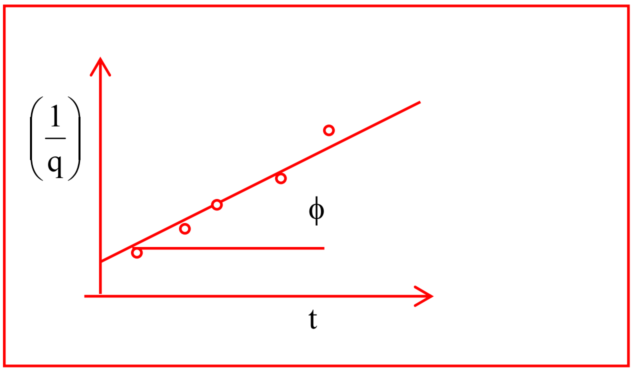
$$M = \lim_{t\to\infty} N_P = \lim_{q\to 0} N_P = 365.\frac{q_0}{a_0}\left(\frac{n}{n-1}\right)$$

Note as unidades: t (anos) , a_0(1/ano) e q (bbl/dia) ou q(m^3/dia)

DECLÍNIO HARMÔNICO (n=1)

$$a = -\frac{1}{q}\frac{dq}{dt} = a_0\left(\frac{q}{q_0}\right) \qquad \text{ou} \qquad q_0.q^{-2}dq = -a_0 dt \qquad \text{integrando:}$$

$$\frac{q_0}{q} = 1 + a_0.t \qquad \text{ou} \qquad \frac{1}{q} = \frac{1}{q_0} + \frac{a_0}{q_0}.t$$



$tg(\phi) = a_0/q_0$

- Plotar 1/q versus t . O resultado deve ser uma reta
- A inclinação da reta será a_0/q_0.
- Como q_0 é conhecido, obtém-se a_0.

A produção acumulada de óleo é obtida integrando a vazão no tempo:

$q = q_0(1 + a_0 t)^{-1}$ integrando a vazão temos Np:

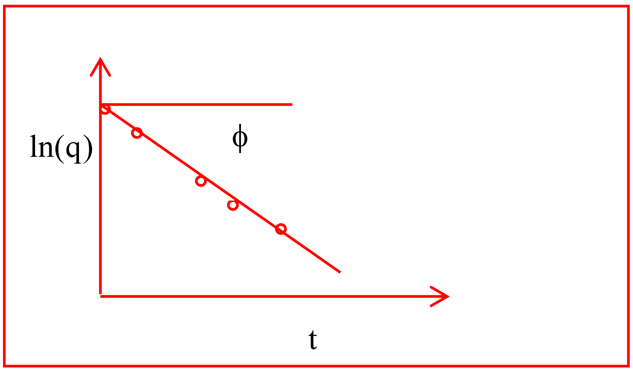
$$Np = 365\int_0^t q.dt' = 365.\frac{q_0}{a_0}\ln(1 + a_0 t) = 365.\frac{q_0}{a_0}\ln\left(\frac{q_0}{q}\right)$$

Note as unidades: t (anos) , a_0(1/ano) e q (bbl/dia) ou q(m^3/dia)

DECLÍNIO EXPONENCIAL $(n=\infty)$

$$a = -\frac{1}{q}\frac{dq}{dt} = a_0 \qquad \text{ou} \qquad \frac{dq}{q} = -a_0 dt \qquad \text{integrando:}$$

$$q = q_0 . \exp(-at) \qquad \text{ou} \qquad \ln(q) = \ln(q_0) - a_0 . t \qquad a_0 = \frac{1}{t}\ln(q_0 / q)$$



$tg(\phi) = a_0$

A produção acumulada de óleo é obtida integrando a vazão no tempo:

$$Np = 365\int_0^t q.dt' = 365.\frac{q_0}{a_0}\left(1 - \exp(-a_0 t)\right) = 365.\frac{(q_0 - q)}{a_0}$$

O óleo móvel (M) pode ser obtido como o limite de Np quando o tempo tende para infinito, ou quando a vazão tende a zero:

$$M = \lim_{t\to\infty} N_P = \lim_{q\to 0} N_P = 365.\frac{q_0}{a_0}$$

Note as unidades: t (anos) , a_0(1/ano) e q (bbl/dia) ou q(m^3/dia)