

# RICARDO Ribeiro Ferreira

$$\textcircled{01} \quad P_D = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - (P_1)^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - (P_1)^2} =$$

$$P_D = \frac{2 \cdot 13364 \cdot 19682 \cdot 23363 - (19682)^2 \cdot (13364 + 23363)}{13364 \cdot 23363 - (19682)^2} =$$

$$P_D = \frac{1,229 \times 10^{13} - 387381124 \cdot 36727}{312223132 - 387381124} =$$

$$P_D = \frac{-1,937 \times 10^{12}}{-75157992} \Rightarrow \boxed{P_D = 25772,375}$$

$$a = \ln \left( \frac{P_S - P_0}{P_0} \right) =$$

$$a = \ln \left( \frac{25772,375 - 13364}{13364} \right) \Rightarrow a = \ln \left( \frac{0,928}{1} \right)$$

$$\boxed{a = -0,074}$$

$$b) \frac{1}{t_1 - t_0} \cdot \ln \left( \frac{P_0 \cdot (P_S - P_1)}{P_1 \cdot (P_S - P_0)} \right) =$$

$$b = \frac{1}{(2010 - 2000)} \cdot \ln \left( \frac{13364 \cdot (25772,375 - 19682)}{19682 \cdot (25772,375 - 13364)} \right) =$$

$$b = \frac{1}{10} \cdot \ln \left( \frac{81391771,5}{244221636,8} \right) \Rightarrow b = \frac{1}{10} \cdot \ln(0,333)$$

$$b = 0,1 \cdot (-1,099) \Rightarrow \boxed{b = -0,1099}$$

$$P(t) = \frac{P_0}{1 + e^{a+bt}}$$

$$P(50) = \frac{25772,375}{1 + e^{(-0,074 + (-0,1099) \cdot 50)}}$$

$$P(50) = \frac{25772,375}{1 + e^{(-5,569)}} \approx \frac{25772,375}{1,0038}$$

$$P(50) = 25674,445$$

02) a) índice de atendimento do Sistema de abastecimento de água.

$$Q_{\text{Total}} = 2.218.486 \text{ m}^3$$

$$Q_{\text{med.}} = 1.636.864 \text{ m}^3$$

$$\text{ECONOMIA} = 72,504 \rightarrow 72,504 / 12 = \cancel{6042} \\ 6042$$

$$\text{hab/dom.} = 4,25$$

$$\text{Lig. ENER.} = 6583$$

$$P = \text{ECONO.} \times \text{hab/dom.}$$

$$P = 6.042 \times 4,25$$

$$P = 25678,5$$

$$of = \frac{\text{ECONOMIA}}{\text{Lig. ENER.}} = \frac{6042}{6583} = \boxed{0,918}$$

$$\text{b) NO ANO} \rightarrow 2.218.486 \text{ m}^3 \rightarrow \frac{Q_{\text{Total}}}{P} = \frac{2.218.486}{25678,5} \\ = \boxed{86.394,688} \rightarrow \frac{86.394,688}{365,25} = \boxed{236,535 \text{ l/hab. dia}}$$

$$\text{c) } \frac{1.636.864 \times 1000}{25678,5} = 63774,533 \rightarrow \frac{63774,533}{365,25} = \boxed{174,605}$$

$$\text{d) } I_p = \frac{236,535 - 174,605}{236,535} = 0,2618 \rightarrow \boxed{26,18\%}$$

③  $P(150) = 25674$  habitantes  
 $q_e = 174,605$  l/hab.dia  
 $K_1 = 1,25$   
 $K_2 = 1,60$

$q_z = 50$  l/s  
 $I = 35\% = 0,35$   
 $I_{eta} = 5\% = 0,05$

①  $q_t = \frac{q_e}{1-I} = \frac{174,605}{1-0,35} = 268,62$  l/hab.dia

$Q_1 = \frac{P \cdot q_t}{86400} = \frac{25674 \cdot 268,62}{86400} = 79,821$  l/s

$Q_2 = K_1 \cdot K_2 \cdot Q_1 = 1,25 \cdot 1,60 \cdot 79,821 = 159,642$  l/s

$Q_3 = K_1 \cdot Q_1 = 1,25 \cdot 79,821 = 99,776$  l/s

$Q_4 = \frac{Q_1}{(1-I_{eta})} = \frac{79,821}{1-0,05} = 84,022$  l/s

b) A vazão de captação é ~~menor~~ somado com a do Indústrias é inferior a 150 l/s, logo a vazão de outorga atende a demanda.

$Q_4 + q_z < 150$

$84,022 + 50 < 150$

$134,022 < 150$

	12 MIN	8 MIN
c) BANHO	72 L/hab.d	48 L/hab.d

Isso significa uma redução de  $\frac{1}{3}$  ou seja 24 L/hab.dio.  
Logo o consumo per capita efetivo reduzido é:

$$Q_{er} = Q_e - 24 \rightarrow 174,605 - 24 \rightarrow \boxed{150,605 \text{ L/hab.dio}}$$

Jo o consumo per capita total reduzido para  $I = 35\%$  é:

$$Q_{tr} = \frac{Q_{er}}{1-I} = \frac{150,605}{1-0,35} = \boxed{231,7 \text{ L/hab.dio}}$$

Usando  $q_{tr}$  e  $D_2$ , podemos achar a nova população.

$$D_2 = K_1 \cdot K_2 \cdot \frac{P \cdot q_{tr}}{86400} \rightarrow P = \frac{D_2 \cdot 86400}{K_1 \cdot K_2 \cdot q_{tr}} \Rightarrow P = \frac{159,642 \cdot 86400}{1,25 \cdot 1,60 \cdot 231,7} =$$

$$P = 29764 \text{ hab.}$$

Logo, podem concluir que houve um incremento de:

$$29764 - 25674 = \boxed{4090 \text{ habitantes}}$$

$$d) P(50) = 25674 \text{ hab.}$$

$$q_e = 174,605 \text{ L/hab.dia}$$

O consumo per capita efetivo reduzido para o bacia, será:

$$Q_{er} = 174,605 - 63 = \boxed{111,605 \text{ L/hab.dia}}$$

Ja o consumo per capita total reduzido para  $I=35\%$  é:

$$q_{tr} = \frac{q_{er}}{(1-I)} = \frac{111,605}{1-0,35} = \boxed{171,7 \text{ L/hab.dia}}$$

Usando  $q_{tr}$  e  $Q_2$ , podemos achar a população.

$$P = \frac{Q_2 \cdot 86400}{K_1 \cdot K_2 \cdot q_{tr}} \Rightarrow P = \frac{159,642 \cdot 86400}{2,25 \cdot 1,60 \cdot 171,7} \Rightarrow \boxed{P = 40166 \text{ hab.}}$$

Logo:

$$40166 - 25674 = \boxed{14492 \text{ hab. à mais}}$$

e)  $P(50) = 25674$  hab.  
 $q_e = 174.605$

Reduzendo  $I = 35\%$  para  $I = 25\%$  temos.

$$q_{tr} = \frac{174.605}{(1-0,25)} \Rightarrow \boxed{q_{tr} = 232,80 \text{ l/hab. dia}}$$

Considerando  $Q_2 = 159.642$  l/h

temos:

$$P = \frac{Q_2 \cdot 86400}{K_1 K_2 q_{tr}} = \frac{159.642 \cdot 86400}{1,25 \cdot 1,60 \cdot 232,80} = \boxed{29624, \text{ hab}}$$

Logo:

$$29624 - 25674 = \boxed{3950 \text{ hab. a mais}}$$

4)

PARA 2030

ANO	POPULAÇÃO	
$t_0$ 2000	29 488	$P_0$
$t_1$ 2010	43 414	$P_1$
$t_2$ 2020	61 405	$P_2$

Previsão Aritmética.

$$P_t = P_2 + K_a \cdot (t - t_2)$$

$$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0}$$

$$K_a = \frac{(61405 - 29488)}{(2020 - 2000)} =$$

$$K_a = 1595,85$$

$$P_t = 61405 + 1595,85 \cdot (2030 - 2020)$$

$$P_t = 77363,5$$

METODO GEOMETRICO

$$P_t = P_2 \cdot e^{K_g \cdot (t - t_2)}$$

$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0}$$

$$K_g = \frac{\ln(61405) - \ln(29488)}{(2020 - 2000)}$$

$$K_g = 0,03667$$

$$0,03667 \cdot (2030 - 2020)$$

$$P_t = 61405 \cdot e$$

$$P_t = 88605$$

CURVA LOGISTICA.

$$P_t = \frac{P_3}{1 + C \cdot e^{K_l(t - t_0)}}$$

$$P_3 = \frac{2P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}$$

$$K_l = \frac{(P_3 - P_0)}{P_0}$$

$$K_l = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln \left( \frac{P_0 \cdot (P_3 - P_1)}{P_1 \cdot (P_3 - P_0)} \right)$$

$$P_3 = \frac{(2 \cdot 29488 \cdot 43414 \cdot 61405) - ((43414)^2 \cdot (29488 + 61405))}{29488 \cdot 61405 - (43414)^2} = P_3 = 190273$$

$$K_l = \frac{1}{(2020 - 2000)} \cdot \ln \left( \frac{29488 \cdot (190273 - 43414)}{43414 \cdot (190273 - 29488)} \right) = K_l = -0,04773$$

$$C = \left( \frac{190273 - 29488}{29488} \right) = 5,45254$$



$$P_t = \frac{190273}{1 + 5,45254 \cdot e^{-0,04773 \cdot (2030 - 2000)}}$$

$$\Rightarrow P_t = 82655$$

PARA 2040

METODO ARITMETICA

$$K_a = \frac{(61405 - 29488)}{(2020 - 2000)} = K_a = 1595,85$$

$$P_t = P_2 + K_a \cdot (t - t_2)$$

$$P_t = 61405 + 1595,85 \cdot (2040 - 2020) = \boxed{93322}$$

$$K_a = \frac{P_2 - P_0}{t_2 - t_0}$$

$$P_t = 93322$$

METODO GEOMETRICO

$$P_t = P_2 \cdot e^{K_g(t - t_2)}$$

$$K_g = \frac{\ln(61405) - \ln(29488)}{(2020 - 2000)} = K_g = 0,03667$$

$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_2 - t_0}$$

$$P_t = 61405 \cdot e^{0,03667 \cdot (2040 - 2020)}$$

$$P_t = 127868$$

CURVA LOGISTICA

$$P_0 = 190273$$

$$P_t = \frac{190273}{1 + 5,45254 \cdot e^{-0,04773 \cdot (2040 - 2000)}}$$

$$K_1 = -0,04773$$

$$C = 5,45254$$

$$P_t = 105253$$

PARA 2050

METODO ARITMETICO

$$P_t = 61405 + 1595,85 \cdot (2050 - 2020)$$

$$K_a = 1595,85$$

$$P_t = 109281$$

METODO GEOMETRICO

$$P_t = 61045 \cdot e^{0,03667 \cdot (2050 - 2020)}$$

$$K_g = 0,03667$$

$$P_t = 184519$$

METODO DA CURVA LOGISTICA

$$P_0 = 190273$$

$$K_1 = -0,04773$$

$$C = 5,45254$$

$$P_t = \frac{190273}{1 + 5,45254 \cdot e^{-0,04773 \cdot (2050 - 2000)}}$$

$$P_t = 126753$$

### RESUMO

ANO	METODO ARITM.	METODO GEOM.	METODO C. LOGISTICA
2030	77364 hab	88610 hab	82655 hab
2040	93322 hab	127868 hab	105253 hab
2050	109281 hab	184519 hab	126753 hab