

PRIMEIRA LISTA DE EXERCÍCIOS – ENERGIA, MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE

PROF. RICARDO DA SILVA BENEDITO – UFABC

2Q 2022

01) Um país possui 20 bilhões de barris de petróleo em reservas. Caso não sejam descobertas novas reservas e a taxa de extração do petróleo seja de 0,5 bilhão de barris por ano, determine:

- a) a função que expressa a quantidade de petróleo em função do tempo
- b) a quantidade de petróleo disponível após 7 anos de extração
- c) o tempo decorrido para que as reservas atinjam 1/4 da capacidade inicial
- d) o tempo necessário para o esgotamento das reservas
- e) esboce o gráfico da quantidade de petróleo em função do tempo

R:

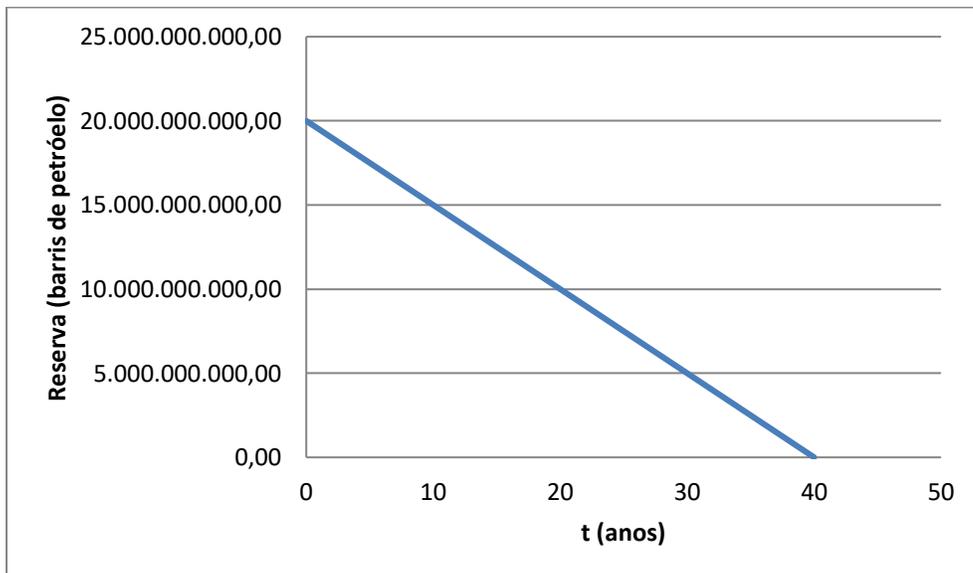
a)  $X(t) = 20 \times 10^9 - 0,5 \times 10^9 t$

b)  $16,5 \times 10^9$  barris

c)  $t = 30$  anos

d)  $t = 40$  anos

e)



02) Repita agora supondo que o país descobrirá 1 bilhão de barris de petróleo ao ano, mantendo-se a mesma taxa de extração anterior.

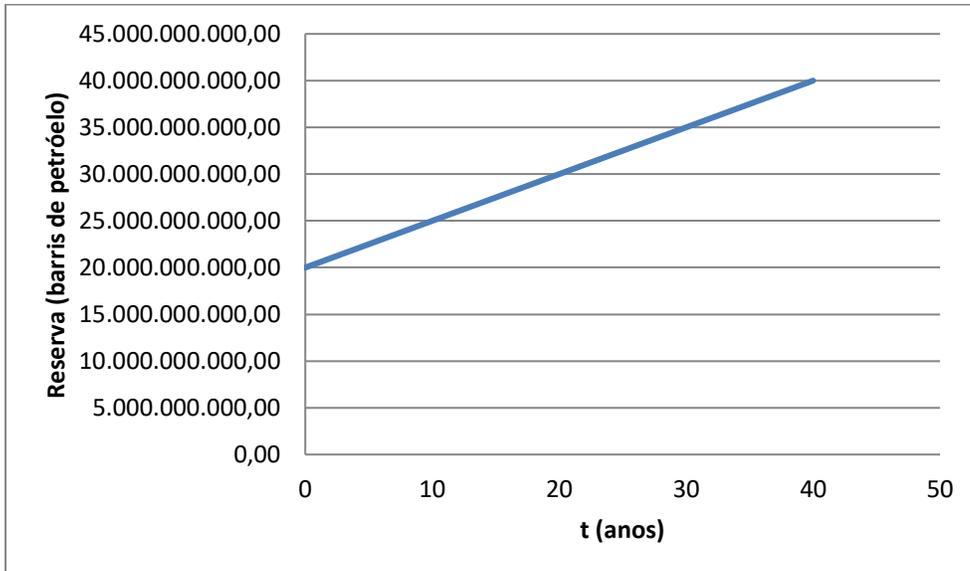
R:

a)  $X(t) = 20 \times 10^9 + 0,5 \times 10^9 t$

b)  $23,5 \times 10^9$  barris

c) *Isso nunca irá ocorrer*

d) *Isso nunca irá ocorrer*



03) Repita agora supondo que o país descobrirá 1,5 bilhão de barris de petróleo ao ano, mantendo-se a mesma taxa de extração anterior.

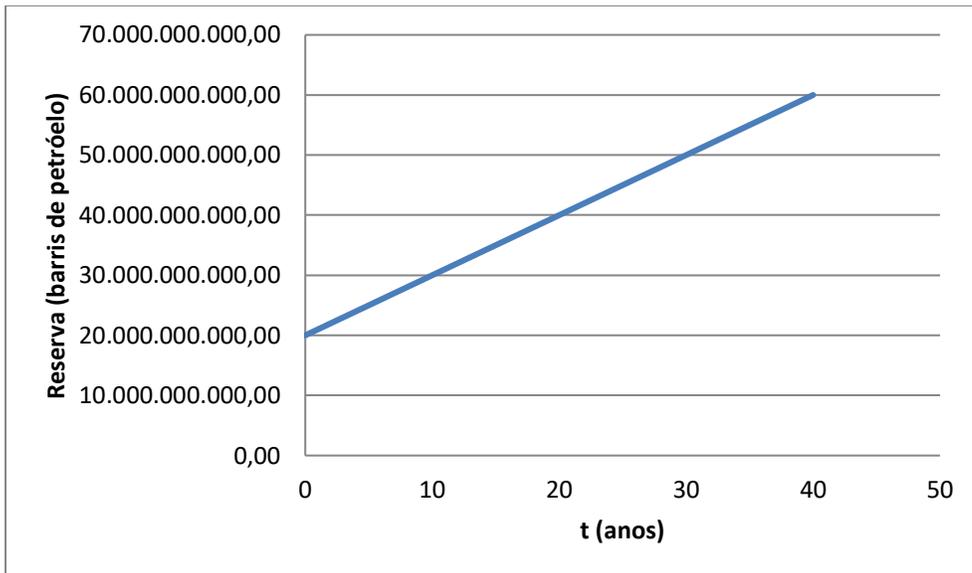
R:

a)  $X(t) = 20 \times 10^9 + 1,0 \times 10^9 t$

b)  $27 \times 10^9$  barris

c) *Isso nunca irá ocorrer*

d) *Idem*



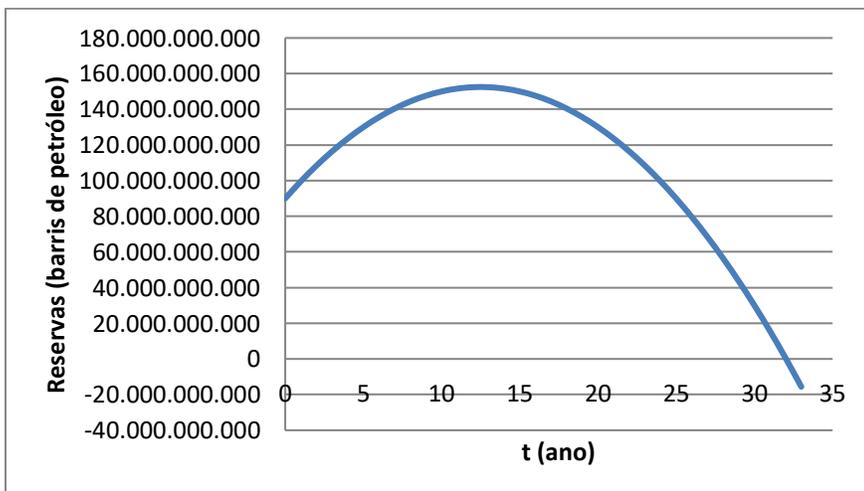
04) Um país possui 90 bilhões de barris de petróleo em reservas. A taxa de novas descobertas desse país é constante e igual a 10 bilhões de barris por ano. Já a taxa de extração do petróleo varia em função do tempo de acordo com a função  $H(t) = H_0 t$ , com  $H_0 = 8 \times 10^8$  bp/ano<sup>2</sup> (ou seja, a taxa de exploração aumenta linearmente com o passar dos anos). Determine:

- a função que expressa a quantidade de petróleo em função do tempo
- o gráfico das reservas em função do tempo
- o momento em que as reservas atingem o seu valor máximo e o valor da reserva nesse instante
- o momento em que as reservas do país acabarão

R:

$$a) X(t) = 90 \times 10^9 + 10 \times 10^9 t - \frac{8 \times 10^8 t^2}{2}$$

b)



c)  $t = 12,5$  anos e  $X(t) = 152,5 \times 10^9$  barris

d) As reservas esgotarão em aproximadamente 33 anos. Basta fazer  $X(t) = 0$  e solucionar a equação do segundo grau.

05) (Adaptado das listas do prof. João Moreira – UABC). As reservas de petróleo do Brasil representavam, em 2007, 12,5 bilhões de barris de petróleo e a taxa de extração era de  $\sim 2$  milhões de barris/dia. Estime, em anos, a duração das reservas, considerando que esta taxa de extração de petróleo continue constante ao longo do tempo.

b) Faça um gráfico do volume de reservas de petróleo em função do tempo considerando que a taxa de descoberta de novos poços seja nula. c) Repita o item b considerando que a taxa de descoberta de novos poços de petróleo seja 2,5 milhões de barris/dia. d) Repita o item b considerando que a taxa de descoberta de novos poços de petróleo seja 1,5 milhões de barris/dia.

R:

a) 17,12 anos;

b)  $X(t) = 12,5 - 0,73t$  (bilhões de bp);

c)  $X(t) = 12,5 - 0,1825t$  (bilhões de bp);

d)  $X(t) = 12,5 - 0,1825t$  (bilhões de bp).

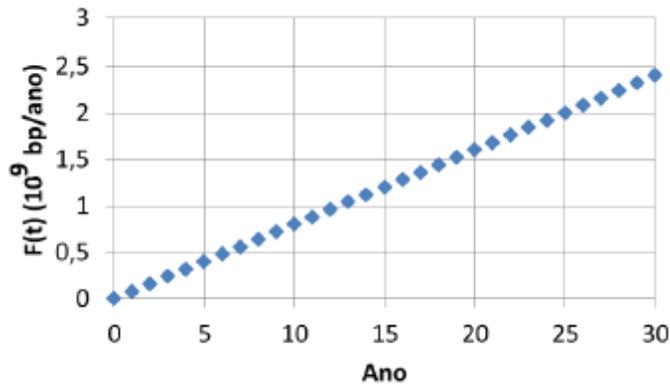
06) (Adaptado das listas do prof. João Moreira – UFABC). Considere que um país sem gás natural descubra uma província de petróleo que contenha gás natural associado e que, durante 30 anos, a taxa de descoberta de novas reservas de gás natural seja constante e equivalha a 15 bilhões de  $m^3$ /ano. Após 30 anos, a taxa de descoberta de novas reservas cai drasticamente e pode ser considerada nula. Determine a evolução das reservas de gás natural deste país ao longo de 50 anos considerando que o coeficiente de extração de gás natural,  $\lambda$ , seja de  $0,08 \text{ ano}^{-1}$ .

R:

$X(t) = 187,5(1 - e^{-0,08t}) \text{ m}^3$  para  $0 < t < 30$  e  $X(t) = 170,5e^{-0,08(t-30)} \text{ m}^3$  para  $30 < t < 50$ .

Dica: revise o exemplo 04 de Recursos Não Renováveis visto em aula e resolva para  $0 < t < 30$  a equação diferencial considerando os parâmetros informados no enunciado ( $X(0)$ ,  $F_0$  e  $\lambda$ ). Em seguida, descubra  $X(30)$  e use esse valor como valor inicial de  $X$  para a segunda parte do exercício.

07) (Adaptado das listas do prof. João Moreira – UABC). Suponha que a taxa de extração de petróleo em um país possa ser aproximada como constante,  $H(t) = H_0 = 2 \times 10^9$  bp/ano e que a taxa de descoberta possa ser representada pela figura abaixo. Determine a evolução das reservas neste país entre 0 e 60 anos. Considere que no ano 0 as reservas de petróleo somavam 50 bilhões de barris de petróleo.



Dica: escreva a função  $F(t)$  a partir do gráfico, a qual corresponderá a uma equação do primeiro grau. Depois, resolva a equação diferencial vista em aula ( $dx/dt = F(t) - H(t)$ ). Você pode, também, visitar o exemplo 03 da aula de Recursos Não Renováveis. Faça o gráfico da função obtida.

R:  $X(t) = 50 - 2t + 0,04t^2$  (bbp)

08) (Adaptado das listas do prof. João Moreira – UABC). As reservas de petróleo de um país são de 30 bilhões de barris e a taxa de descoberta e viabilização de novas reservas é constante 0,7 bilhões de barris de petróleo por ano. A taxa de consumo de petróleo da economia do país é de 1,3 bilhões de barris por ano e cresce a uma taxa de 4 %/ano. Suponha que o país resolva extrair petróleo para suprir o consumo doméstico e também para exportação, estipulando uma taxa de extração de petróleo deve ser de 8 %/ano das reservas disponíveis. a) Qual o comportamento das reservas em função do tempo? b) Qual o comportamento da taxa de extração em função do tempo? c) Qual o comportamento da taxa de consumo em função do tempo? d) Qual o comportamento da taxa de exportação em função do tempo? e) Por quanto tempo o país conseguirá exportar petróleo nestas condições, ou seja, quando ele começará a importar petróleo mantendo a mesma política de extração?

R:

a) Resolva a equação diferencial do exemplo 4 visto em aula. A solução deve ser essa (em bbp):

$$X(t) = 30e^{-0,08t} + 8,75(1 - e^{-0,08t}).$$

b) Use a propriedade  $H(t) = \lambda X(t)$ , para encontrar essa função (em bbp/ano):

$$H(t) = 2,4e^{-0,08t} + 0,7(1 - e^{-0,08t}).$$

c) Escreva a taxa de consumo em função do tempo,  $C(t)$ , que deve ser essa função (em bbp/ano):

$$C(t) = 1,3e^{0,04t}$$

d) Escreva a taxa de exportação como sendo a diferença entre a taxa de extração e a taxa de consumo.

$$E(t) = 2,4e^{-0,08t} + 0,7(1 - e^{-0,08t}) - 1,3e^{0,04t}$$

e) Iguale as exportações a zero. A solução analítica, em  $t$ , é impossível, pois a equação é transcendental. Utilize métodos numéricos ou plote o gráfico de  $E(t)$  e observe quando o valor da função é igual a zero ou,

alternativamente, plote os gráficos de  $H(t)$  e  $C(t)$  e verifique em que momento as duas curvas se cruzam. A resposta deve estar entre 6 e 7 anos.

09) (Adaptado das listas do prof. João Moreira – UABC). Suponha que seja possível modelar o comportamento temporal do crescimento natural da floresta amazônica segundo a função logística, isto é:

$$\frac{dX}{dt} = F(t) = rX(t) \left( 1 - \frac{X(t)}{X_s} \right).$$

onde  $r$  e  $X_s$  são os parâmetros descritivos importantes. Estes parâmetros podem ser determinados a partir de algumas observações da evolução temporal da área florestal amazônica. Por exemplo, a taxa de recuperação natural (regeneração) foi estimada em 2010 em  $1200 \text{ km}^2/\text{ano}$ ; supõe-se que a floresta cobria uma área de aproximadamente 8 milhões de  $\text{km}^2$  em 1500 e que em 2010 cerca de 20 % de sua área original já tinha sido desmatada. Determine, a partir dos dados acima:

a) os parâmetros  $r$  e  $X_s$  para a floresta amazônica. Dica: tome  $t = 0$  em 2010 e considere que em 1500 a floresta estava intocada e em sua área máxima.

b) a evolução da área florestal amazônica em função do tempo  $X(t)$ , a partir de 2010, considerando que não haverá qualquer tipo de extração. Dica: resolva a equação diferencial acima em relação a  $X$ , através da separação de variáveis. Do lado esquerdo da equação, você pode aplicar a seguinte propriedade:

$$\frac{1}{P(1 - P/K)} = \frac{K}{P(K - P)} = \frac{1}{P} + \frac{1}{K - P}$$

c) Determine a área florestal em 2100. Dica: substituir  $t$  por 90 na resposta b), considerando-se que o ano inicial de análise é 2010

Respostas:

a)  $X_s = 8 \text{ bi km}^2$  e  $r = 0,0009375 \text{ ano}^{-1}$

b) Substituir os valores de  $X_s$ ,  $X_0$  (2010) e  $r$  na equação abaixo, que é a solução esperada da equação diferencial

$$X(t) = \frac{X_s}{1 + \left( \frac{X_s}{X_0} - 1 \right) e^{-rt}}$$

c) Fazer a conta!

10) Sobre o petróleo, discorra sobre a) como é formado (processo bioquímico e geológico), b) sua prospecção, c) sua extração, d) sua qualidade, e) seus meios de transporte, f) seu refino, g) seus principais derivados, h) seus usos mais comuns e i) suas formas de transporte

11) Sobre o gás natural discorra sobre a) como é formado (processo bioquímico e geológico), b) sua prospecção, c) sua extração, d) sua qualidade, e) seus meios de transporte e as dificuldades inerentes a eles, f) sua versatilidade, g) suas vantagens em relação ao petróleo e ao carvão mineral h) seus usos mais comuns

12) Sobre o carvão mineral discorra sobre a) como é formado (processo bioquímico e geológico), b) sua prospecção, c) sua extração, d) sua qualidade, e) seus meios de transporte, f) sua versatilidade, g) suas vantagens em relação ao petróleo e ao carvão mineral h) seus usos mais comuns

13) Sobre os materiais físséis, discorra sobre a) o mecanismo de geração de calor através da fissão (dinâmica das reações nucleares de fissão, no que tange à massa e à energia antes e depois da reação), b) quais as vantagens apresentadas em relação aos combustíveis fósseis e c) quais os problemas associados a sua exploração comercial.

14) Dê ao menos dois exemplos de aproveitamento energia da biomassa a) por combustão direta b) por processos bioquímicos e c) por pirólise

15) Explique as diferenças entre o gás natural e o gás de aterro sanitário.

16) Explique as diferenças entre o gás natural e o gás liquefeito de petróleo

17) Explique o funcionamento das células fotovoltaicas e compare a geração distribuída com a geração centralizada de energia elétrica por sistemas fotovoltaicos.

18) Explique o funcionamento de uma turbina eólica e discorra sobre o potencial eólico do Brasil.

19) Como funciona o aquecedor solar residencial?

20) Como funcionam os fogões solares? E as usinas termosolares?

21) Explique em detalhes o funcionamento de uma usina hidrelétrica, desde o acúmulo de água no reservatório, passando pelo fenômeno da indução magnética até o sistema GTD (geração, transmissão e distribuição).