



n^o da inscrição:

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – PROAMB**



Prova de Seleção ProAmb – Doutorado 2020 20/11/2019

Instruções aos candidatos:

- (1) O candidato que assinar a prova ou que se identificar de qualquer maneira será desclassificado.
- (2) Preencher **o número de inscrição no campo indicado** em todas as folhas.
- (3) Usar caneta preta ou azul.



n^o da inscrição:

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – PROAMB**



QUESTÃO 01

Comente e explique de maneira detalhada a seguinte frase: “ É mais perigoso de comer um só peixe de tipo predador de um lago contaminado por DDT, que de beber um copo de água desse lago durante a vida inteira !”

QUESTÃO 01

Respostas:

O DDT possui as seguintes características:

- Pesticida como o DDT são organoclorados
- Persistência
- Baixa degradabilidade
- Baixa solubilidade em água
- Solúvel em solvente orgânico e tecido adiposo animal: lipofílico
- Muitos organoclorados como o DDT são mais solúveis nos tecidos gordurosos de peixes do que em água. → quando a água passa através das brânquias o DDT, mesmo em pequena concentração na água, difunde até a carne gordurosa do peixe = BIOCONCENTRAÇÃO ou BIOACUMULAÇÃO.
- Em água, o DDT se encontra mais ligado à superfície do material particulado orgânico e aos sedimentos. Assim o DDT vai entrar na cadeia alimentar aquática e sofre um processo de acumulação chamado de BIOMAGNIFICAÇÃO.
- A BIOMAGNIFICAÇÃO resulta de uma seqüência de etapas de BIOACUMULAÇÃO que ocorrem ao longo da cadeia alimentar.
- Assim um peixe de tipo predador terá uma concentração milhares ou milhões de vezes maiores que na água
- Toxicidade do DDT, efeito crônicos → Câncer , perturbador endócrino.

QUESTÃO 02

RESPOSTA

- a) (35% do valor da questão) O que é modelagem matemática?

[Resposta] O candidato deve responder que é um método que procura descrever o comportamento de determinados aspectos do meio valendo-se do uso de equações matemáticas, normalmente elaboradas a partir de postulados e leis científicas ou análise estatística de experimentos, e que apresentam diferentes graus de complexidade⁽¹⁾. Também serão aceitas respostas que abordem o conceito que modelagem matemática é a representação de algum objeto ou sistema por meio de equações matemáticas com o objetivo de entendê-lo.

(1) A resposta para essa pergunta se encontra no Capítulo 29 – Análise de viabilidade ambiental – página 758 do livro Engenharia Ambiental – Conceitos, Tecnologia e Gestão.

- b) (35% do valor da questão) Explique a diferença entre modelos determinísticos e modelos estocásticos.

[Resposta] O candidato deve responder que modelos determinísticos produzem sempre a mesma saída, enquanto os modelos estocásticos possuem aleatoriedade e probabilidade associado à saída do modelo. O candidato também pode responder com maiores detalhes: Modelos determinísticos possuem relações analíticas fixas, com variáveis de estado ou suas mudanças bem definidas e as saídas são únicas. Já os modelos estocásticos possuem relação probabilística (que descrevem o grau de probabilidade de ocorrência de certo evento dado o número e a probabilidade de ocorrência de certo número de eventos), ou seja, há aleatoriedade associado a, no mínimo, uma das variáveis de saída do modelo.

A resposta para essa pergunta se encontra no Capítulo 29 – Análise de viabilidade ambiental – página 758 do livro Engenharia Ambiental – Conceitos, Tecnologia e Gestão

- c) (30% do valor da questão) No âmbito da modelagem matemática, o que são cenários? E como os cenários são usados em estudos de viabilidade ambiental?

[Resposta] Cenários são as condições em que uma simulação será feita, ou seja, são as restrições impostas pelo meio ambiente que a simulação será conduzida. Assim, cenários iniciais diferentes implicam em respostas das simulações diferentes.

Uma vez que a modelagem envolve o estabelecimento de uma série de hipóteses relativas às condições futuras para vários cenários, os modelos computacionais têm sido empregados com sucesso na avaliação dos impactos ambientais de projetos para a determinação quantitativa de impactos sobre a qualidade do ar, águas superficiais e subterrâneas, propagação de ruídos, volume de tráfego, entre outros, a partir da comparação entre o estado esperado do meio (sem a ação prevista) e o estado futuro do meio (com a ação).



UFOP

Universidade Federal de Ouro Preto

n^o da inscrição:

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Universidade Federal de Ouro Preto

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – PROAMB



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP

A resposta para essa pergunta se encontra no Capítulo 29 – Análise de viabilidade ambiental – página 758 do livro Engenharia Ambiental – Conceitos, Tecnologia e Gestão

QUESTÃO 03

Uma cervejaria que produz 20 m³ de cerveja ao dia está ao lado de um matadouro que abate 400 cabeças de gado e 600 porcos por dia. Os efluentes produzidos são unidos antes de serem lançados em um rio (Classe 2), sem qualquer tratamento. Estimar as características (letras “a” a “d”) do efluente produzido por estas duas empresas. Para isto utilize o Quadro 2.28, retirado de uma das referências bibliográficas indicadas no edital. Responder também a letra “e”; para isto o formulário apresentado pode ser utilizado.

Informações:

Contribuição per capita de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) de 54 g hab⁻¹ dia⁻¹;

Vazão do rio = 9,3 L s⁻¹;

Oxigênio Dissolvido (OD) no rio = 7,0 mg L⁻¹;

Concentração de coliformes termotolerantes no rio = 103 NMP-1100mL⁻¹;

Limite de OD para rios Classe 2 de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 = 5 mg L⁻¹.

- carga de DBO;
- o equivalente populacional;
- vazão de esgotos;
- concentração de DBO nos esgotos;
- Considerando que para o estudo de autodepuração deste curso d’água a relação L_0/D_0 é igual a relação K_2/K_1 , o oxigênio dissolvido no rio atende a legislação vigente?

Quadro 2.28. Características das águas residuárias de algumas indústrias

Gênero	Tipo	Unidade de produção	Vazão específica de esgotos (m ³ /unidade)	Carga específica de DBO (kg/unidade)
Alimentícia	Conservas (frutas/legumes)	1 t processada	4 - 50	10 - 30
	Processamento da ervilha	1 t processada	13 - 18	16 - 20
	Processamento de tomate	1 t processada	4 - 8	1 - 4
	Processamento da cenoura	1 t processada	11	18
	Processamento da batata	1 t processada	7,5 - 16	10 - 25
	Processamento de citrus	1 t processada	9	3
	Processam. de carne de frango	1 t produzida	15 - 60	4 - 30
	Processamento de carne de boi	1 t processada	10 - 16	1 - 24
	Processamento de pescado	1 t processada	5 - 35	3 - 55
	Doces	1 t produzida	5 - 25	2 - 8
	Açúcar de cana	1 t produzida	0,5 - 10,0	2,5
	Laticínio sem queijaria	1000 L leite	1 - 10	1 - 5
	Laticínio com queijaria	1000 L leite	2 - 10	5 - 40
	Margarina	1 t produzida	20	30
	Matadouros	1 boi/2,5 porcos	0,5 - 3	0,5 - 5
	Produção de levedura	1 t produzida	150	1100
Criatórios de animais confinados	Suínos	t viva.d	0,2	2
	Vacas leiteiras (sala de ordenha)	t viva.d	0,02 - 0,08	0,05 - 0,10
	Bovinos	t viva.d	0,15	1,6
	Equinos	t viva.d	0,15	4 - 8
	Ovinos	t viva.d	0,38	0,9
Sucroalcooleira	Destilação de álcool	1 t cana processada	60	220
Bebidas	Cervejaria	1 m ³ produzido	2 - 10	8 - 20
	Refrigerantes	1 m ³ produzido	2 - 5	3 - 6
	Vinho	1 m ³ produzido	5	0,25
Têxtil	Algodão	1 t produzida	120 - 750	150
	Lã	1 t produzida	500 - 600	200-300
	Rayon	1 t produzida	25 - 60	30
	Nylon	1 t produzida	100 - 150	45
	Polyester	1 t produzida	60 - 130	185
	Lavanderia de lã	1 t produzida	20 - 70	100 - 250
	Tinturaria	1 t produzida	20 - 60	100 - 200
	Alvejamento de tecidos	1 t produzida	-	16
Couro e curtume	Curtume	1 t pele processada	20 - 40	20 - 150
	Sapatos	1000 pares produzidos	5	15
Polpa e papel	Fabric. de polpa sulfatada	1 t processada	15 - 265	30
	Fabricação de papel	1 t processada	30 - 270	10
	Polpa e papel integrados	1 t processada	200 - 250	60 - 500
Indústria química	Tinta	1 empregado	0,110	1
	Sabão	1 t produzida	25 - 200	50
	Refinaria de petróleo	1 barril (117 l)	0,2 - 0,4	0,05
	PVC	1 t produzida	12,5	10
Indústria não-metálica	Vidro e subprodutos	1 t produzida	50	-
	Cimento (processo seco)	1 t produzida	5	-
Siderúrgica	Fundição	1 t gusa produzida	3 - 8	0,6 - 1,6
	Laminação	1 t produzida	8 - 50	0,4 - 2,7

Formulário

1) $C_c = C_s - D_c$	2) $t_c = \frac{1}{K_2 - K_1} \ln \left\{ \frac{K_2}{K_1} \left[1 - \frac{(C_s - C_0)(K_2 - K_1)}{L_0 K_1} \right] \right\}$
3) $D_c = \frac{K_1}{K_2} L_0 e^{-K_1 t_c}$	4) $C_t = C_s - \left\{ \frac{K_1 L_0}{K_2 - K_1} (e^{-K_1 t} - e^{-K_2 t}) + (C_s - C_0) e^{-K_2 t} \right\}$
5) $D_0 = C_s - C_0$	6) $C_M = \frac{Q_1 C_1 + Q_2 C_2}{Q_1 + Q_2}$

Onde:

t_c = tempo crítico (tempo em que ocorre a concentração mínima de OD (dias)) D_c = déficit crítico de OD (mg L ⁻¹); D_0 = déficit de OD, logo após a mistura (mg L ⁻¹) C_c = concentração crítica de OD (mg L ⁻¹); C_s = concentração de saturação do OD no rio (mg L ⁻¹); C_0 = concentração inicial de OD, logo após a mistura (mg L ⁻¹); C_t = concentração de OD no tempo t (mg L ⁻¹); L_0 = DBO última, logo após a mistura (mg L ⁻¹);	C_M = concentração do constituinte na mistura (mg L ⁻¹); C_1 = concentração do constituinte no componente 1 imediatamente a montante do ponto de mistura (mg L ⁻¹); C_2 = concentração do constituinte 2 imediatamente a montante do ponto de mistura (mg L ⁻¹); Q_1 = vazão do componente 1 (L s ⁻¹ ou m ³ s ⁻¹); Q_2 = vazão do componente 2 (L s ⁻¹ ou m ³ s ⁻¹); K_1 = coeficiente de desoxigenação (d ⁻¹); K_2 = coeficiente de reaeração (d ⁻¹);
--	--

QUESTÃO 03

RESPOSTA

Para todas as características é apresentada uma faixa possível de respostas, porque o Quadro 2.28 oferece mais de uma alternativa para o candidato. Foram consideradas, portanto, para as estimativas os menores e maiores valores de vazão específica e de carga específica de DBO.

- a) Carga de DBO de 480 a 3600 kg dia⁻¹.
- b) Equivalente populacional de 8889 a 66667 habitantes.
- c) Vazão de esgotos de 360 a 3400 m³ dia⁻¹.
- d) Concentração de DBO nos esgotos de 1059 a 1333 mg L⁻¹.
- e) Menor concentração de OD no rio de 1,3 a 4,8 mg L⁻¹. Em toda a faixa de valores não atende a legislação. Foi utilizada a Equação 6 para estimar o oxigênio na mistura, considerando que para o caso particular em que a relação L_0/D_0 é igual a relação K_2/K_1 , o menor valor de OD é exatamente no ponto de lançamento, já que o tempo crítico é igual a zero.



n^o da inscrição:

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – PROAMB



QUESTÃO 04

A DBO final de dois resíduos é de 350 mg/L cada. Para o primeiro, a constante de desoxigenação k_1 é $0,06 \text{ d}^{-1}$, e para o segundo k_1 é $0,09 \text{ d}^{-1}$. Determine a DBO de cinco dias das amostras. Quantos dias demoraria para que 90% da DBO final fosse atingida para cada um dos resíduos?

QUESTÃO 04

RESPOSTA

A presente questão foi elaborada tomando como base o conteúdo do capítulo 8 Qualidade da água do livro texto “Introdução a Engenharia Ambiental” 2^o edição páginas 155 á 158

$$L = Z + Y$$

Em que L é a DBO última, Z é a quantidade de oxigênio consumida e Y á a DBO remanescente

$$L - Y = Z$$

$$Z = Z_i e^{-K_1 t}$$

Considerando que $Z_i = L_0$

$$L - Y = L e^{-K_1 t}$$

$$Y = L - L e^{-K_1 t}$$

$$Y = L (1 - e^{-K_1 t})$$

a)

$$DBO_5 = DBO_{\text{última}} (1 - e^{-K_1 t})$$

Resíduo 1

$$DBO_5 = 350 (1 - e^{-K_1 5})$$

$$DBO_5 = 90,7 \text{ mg/L}$$

Resíduo 2

$$DBO_5 = 350 (1 - e^{-K_1 5})$$

$$DBO_5 = 126,8 \text{ mg/L}$$

b) Como pretende-se determinar o tempo necessário para 90% da DBO última ser consumida:

$$0,9 (350) = 350 (1 - e^{-K_1 t})$$

$$0,9 = 1 - e^{-K_1 t}$$

$$e^{-K_1 t} = 0,1 \Rightarrow \ln(e^{-K_1 t}) = \ln 0,1 \Rightarrow t = \ln 0,1 / -K_1$$

Resíduo 1

$$t = 38,4 \text{ dias}$$

Resíduo 2

$$t = 25,6 \text{ dias}$$