



**1º Exame de Engenharia Biológica Integrada**  
(14 de Junho de 2004)

1. Na produção de um dado metabolito secundário usa-se um processo fermentativo aeróbio para obter o meio fermentado contendo o dito metabolito. Posteriormente usa-se um processo de Ultrafiltração com diafiltração em descontínuo para remoção da biomassa e obtenção do chamado permeado de Ultrafiltração (PUF) contendo o metabolito.

O PUF é concentrado por nanofiltração em contínuo obtendo-se o concentrado de nanofiltração contendo o metabolito e o permeado de nanofiltração. À medida que se obtém o concentrado de nanofiltração o metabolito é extraído em contínuo para um solvente imiscível numa relação concentrado/solvente = 1/4, a pH cerca de 1,2 - 1,3 usando extractores Podbielniak. À medida que o solvente rico sair em contínuo dos Podbielniaks é enviado para um concentrador sob vácuo de camada fina onde sofre uma concentração de cerca de 10 vezes.

O solvente é recolhido num reactor sendo tratado com carvão activado e posteriormente filtrado para remoção do mesmo.

Do solvente rico purificado com carvão obtém-se o produto final por adição de uma amina terciária que, consiste num composto de adição Metabolito.Amina Terciária. Após cristalização o produto final é removido da suspensão usando um filtro secador no qual é posteriormente lavado com um segundo solvente, seco, descarregado, peneirado e tornado homogéneo num misturador.

Para este processo represente o diagrama das transformações materiais, das operações unitárias e dos equipamentos.

2. Faça uma descrição dos métodos que podem ser utilizados para estimar a procura de um bem de consumo final.

3.

a) Descreva a teoria da esterilização dos meios de fermentação pelo calor.

b) Traçar o ciclo de esterilização para a esterilização de um fermentador de 100 m<sup>3</sup> de volume útil sabendo que:

- A concentração de m.o. no meio a esterilizar é de 10<sup>7</sup>/ml e o valor residual pretendido é de 10<sup>-3</sup>.
- A curva de aquecimento é uma recta e a velocidade de aquecimento é de 1,2°C/min.
- A curva de arrefecimento é também uma recta e a velocidade de arrefecimento é de 1,5°C/min.
- As temperaturas inicial, de esterilização e final são, respectivamente, 20°C, 123°C e 30°C.

Usar a Tabela 1.

4.

a) Descreva a teoria de remoção de microorganismos pelos filtros em profundidade.

b) Considere um fermentador de 100 m<sup>3</sup> de volume útil utilizado numa fermentação aerobia de 220 horas com uma taxa de arejamento de 1 vvm (1 atm, 20°C), sendo a carga microbiana do ar de 200 m.o./m<sup>3</sup>.

Dimensione um filtro em profundidade para um valor de  $N = 10^{-4}$  calculando a profundidade e o diâmetro do filtro bem como a perda de pressão através do mesmo.

O ar entra no fermentador a 2,5 kg/cm<sup>2</sup> e a 30°C sendo produzido nos compressores a 3 kg/cm<sup>2</sup> e a 30°C.

Usar a Figura 1.

5. Na fermentação de Penicilina G K usa-se um processo fed-batch em que se alimenta ao fermentador normalmente a fonte de carbono e a cadeia lateral (o ácido fenil acético sob a forma de sal de potássio). Como consequência são feitas descargas parciais quando se atinge um certo volume a vários tempos de fermentação.

Considere uma fermentação de Penicilina G realizada num fermentador piloto de 5 m<sup>3</sup> de volume real e que se obtiveram os seguintes resultados:

<u>Tempo (h)</u>	<u>Volume descarregado (m<sup>3</sup>)</u>	<u>Título ou Concentração (UI/ml)</u>
80	0,6	21.500
104	0,4	28.200
128	0,6	32.580
152	0,5	40.900
176	0,3	48.100
200	0,6	54.570
224	5,0	61.800

- a) Supondo que toda a penicilina descarregado é extraída em conjunto e que o rendimento de extracção é de 87% calcule qual a produção em BOUs e em kg para o fermentador de 5 m<sup>3</sup>.  
Usar como unidade de conversão os seguintes valores: 1 BOU (Billion Oxford Units) corresponde a 10<sup>9</sup> UI e uma UI corresponde a 0,000627 mg.  
Suponha que se fez o scale up da fermentação piloto obtendo-se os mesmos resultados em fermentadores industriais. Considere que 5% das fermentações se contaminam e que não são extraídas.
- b) Calcule o número e capacidade total de cada fermentador para produzir 1000 TON de Penicilina GK por ano supondo um ciclo de fermentação de 10 dias e um factor de utilização dos fermentadores de 75%.
- c) Calcule o custo dos fermentadores no início de 2004 sabendo que cada fermentador 4 vezes menor que os determinados custa 200.000 € em 1999. Usar o valor de 0,65 para valor de n na regra de Williams. O índice de preços é dado na tabela seguinte e pode ser actualizado com um aumento de 3,6% ao ano.

Ano	Índice de Preços
1999	142,9
2000	148,1
2001	153,4

- d) Calcule o Investimento total de uma fábrica com a capacidade de 1000 TON/ano de Penicilina GK sabendo que os fermentadores representam 25% do investimento em capital fixo corpóreo, que o capital fixo incorpóreo é 15% do capital fixo total e que o investimento em capital circulante é 20% do investimento total.

## 6.

- a) Indique quais as parcelas que constituem o capital circulante e o modo como podem ser estimadas.
- b) Calcule o valor residual de uma fábrica após laborar 15 anos sabendo que se tem:

Valor inicial do Terreno	400.000 €
Valor inicial dos Edifícios	600.000 €
Investimento Total	6.000.000 €
Investimento Corpóreo	4.000.000 €
Investimento Incorpóreo	850.000 €

## 7. Prevê-se que determinada fábrica comece a laborar no 2º Semestre de 2004.

Os estudos preliminares, as licenças e o projecto propriamente dito custaram 750 mil euros, em 2001.

Nos ensaios de instalação (teste de arranque), em 2003, gastaram-se 400 mil euros em matérias-primas, energia eléctrica e vapor.

O investimento corpóreo foi efectuado em 2002 e 2003 nos valores de 3000 mil euros e 4000 mil euros, respectivamente.

As receitas e despesas (sem contar com a amortização) estimadas deste projecto são as seguintes:

Em 2004	receitas	2800 mil euros / ano
	despesas	1700 mil euros / ano
De 2005 a 2010	receitas	5800 mil euros / ano
	despesas	3400 mil euros / ano

- a) Admitindo uma taxa  $i$  do factor de recuperação de custos (FCR) igual a 7%, determine as anuidades do investimento corpóreo.
- b) Determine o lucro líquido para uma taxa de imposto de 35%.
- c) Determine o VAL para 2003, utilizando uma taxa de actualização de 11 %.
- d) Explique como determinaria a TIR e diga se é inferior ou superior à taxa que utilizou para determinar o VAL.
- e) Determine o 'pay-out time' do projecto.