



**CONCURSO PARA PROFESSOR ADJUNTO A
SETORIZAÇÃO TECNOLOGIA FARMACÊUTICA - PROCESSAMENTO
(CÓDIGO RT-011)**

**RESPOSTA DO RECURSOS DO CANDIDATO 05 AO RESULTADO DA PROVA
ESCRITA**

O candidato solicitou os seguintes itens.

- Folhas de correção da prova por todos os avaliadores: INDEFERIDO. Motivo: os avaliadores analisaram a prova e fizeram as suas anotações pessoais para a sua avaliação, não existindo cópias corrigidas da prova.
- As notas dadas pelos membros da banca: INDEFERIDO. Motivo: segundo o cronograma do concurso, as notas serão tornadas públicas na sessão de encerramento, não sendo necessária a sua divulgação na etapa de recurso.
- Reavaliação da prova: DEFERIDO. A prova foi reavaliada por cada um dos membros da banca. Entretanto, não houve alteração da situação de eliminado.
- Cópia das questões da prova: DEFERIDO.
- Gabarito da prova com os requisitos mínimos para o candidato avançar para as próximas etapas do concurso: DEFERIDO

Seguem as questões da prova com seus requisitos mínimos.

Ponto1. Processamento de fluidos na biotecnologia farmacêutica: escoamento e transferência de massa em permeadores com membranas, polarização de concentração, teoria de camada limite, fluxo crítico e fluxo limite, tipos de membranas e módulos de permeação.

Questão:

Considere um processo de separação por membranas onde as forças motrizes são os gradientes de pressão e de atividades das espécies químicas, e no qual a interação entre cada espécie transportada e a membrana é muito mais relevante do que a interação entre si das espécies transportadas. A parte seletiva da membrana é densa e as correntes de alimentação e permeado e a membrana são fases incompressíveis.

(a) Simplifique o modelo de Stefan-Maxwell para o transporte de massa na membrana nas condições acima especificadas e o use para deduzir uma expressão para o fluxo molar de uma espécie qualquer usando o modelo de solução-difusão (ou sorção-difusão). Liste as hipóteses consideradas nessa dedução e defina todas as variáveis usadas. Use o resultado do modelo de sorção-difusão obtido para explicar o conceito de fluxo limite através da membrana.

(b) Defina polarização por concentração e fator de enriquecimento de uma espécie química com e sem o efeito de polarização por concentração. Considere um processo como o descrito acima, mas com apenas duas espécies na alimentação, e assuma que existe uma polarização por concentração apenas na alimentação. Use o modelo de camada limite de filme para determinar como a polarização por concentração afeta o fator de enriquecimento de uma espécie química permeada.



Requisitos mínimos da resposta:

Os números das referências citadas são as da bibliografia (indicação opcional) do conteúdo programático.

Item (a):

1. Fornecer a equação do modelo de Stefan-Maxwell para o transporte de massa na membrana considerando que as forças motrizes relevantes são os gradientes de pressão e de atividades das espécies químicas, e simplificar o mesmo para o caso de quando a interação entre cada espécie transportada e a membrana é muito mais relevante do que a interação entre si das espécies transportadas [5, volume 1, Seções 1.03.3 e 1.04.22, volume 1].
2. Deduzir o fluxo molar das espécies transportadas pelo modelo de sorção-difusão, levando em conta os gradientes de pressão e de atividade das espécies químicas [3, 2ª e 4ª edições, Seções 2.2.2 e 2.2.3] [4, Seção 16.2.2 e referências lá citadas].
3. Explicar o conceito de fluxo limite através da membrana usando a equação do fluxo molar deduzida pelo modelo de sorção-difusão, que não envolve polarização de concentração e sim o efeito da diferença de pressão [3, 2ª e 4ª edições, Seções 2.2.2 e 2.2.3].

Item (b):

4. Definir a polarização por concentração e os fatores de enriquecimento intrínseco (sem polarização) e efetivo (com polarização) e empregar a solução do modelo de camada limite de filme para determinar como a polarização por concentração afeta o fator de enriquecimento de uma espécie química permeada [3, 2ª edição, Capítulo 4, e 4ª edição, Seções 5.1 e 5.2], [4, Seção 16.2.3 e referências lá citadas].

Ponto 2: Modelos e mecanismos de transporte em membranas sintéticas: sorção e difusão em polímeros, transporte em membranas porosas e densas.

Questão:

O transporte através de membranas pode ser descrito a partir da termodinâmica de processos irreversíveis, considerando a dissipação de energia, ϕ , proveniente do aumento da entropia, que se iguala ao produto do fluxo, J_i , pela força motriz, X_i , conforme a equação:

$$\phi = T \frac{dS}{dt} = \sum_i J_i X_i$$

Próximo ao equilíbrio, pode-se assumir uma relação linear entre as forças e os fluxos, de modo que

$$J_i = \sum_j L_{ij} X_j$$

- a) Desenvolva este equacionamento com o objetivo de descrever o transporte de sal e de água (solvente) através de uma membrana de osmose inversa, considerando o acoplamento de transporte entre as espécies.
- b) Forneça um método prático para a determinação dos coeficientes de acoplamento L_{ij} entre as espécies.

Requisitos mínimos da resposta:

- a) Espera-se que o candidato escreva **as equações de fluxo para o sal e para a água (solvente) em função das diferenças de potenciais químicos**. Em seguida, relacione o potencial químico com as diferenças de pressão e de concentração. Espera-se também que o candidato analise, dos pontos de vista físico e matemático, os parâmetros de L_{11} , L_{12} , L_{21} , L_{22} e relacione com a permeabilidade hidráulica, permeabilidade do soluto e a rejeição da membrana.
- b) A partir do equacionamento obtido no item anterior, espera-se que o candidato proponha **experimentos de permeação** para o solvente puro e também para uma solução salina diluída através de uma membrana densa e mostre, por meio do esboço de gráficos, os parâmetros citados em a.

A referência citada abaixo é da bibliografia (indicação opcional) do conteúdo programático.

[5] Volume 1, pg. 85.

PONTO 6: Fundamentos científicos e tecnológicos de processos na biotecnologia farmacêutica para a separação de líquidos e vapores: pervaporação e permeação de vapor, permeadores, arranjos de sistemas de permeação, aplicações gerais;

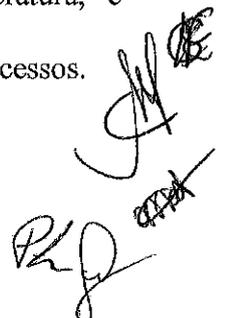
Questão:

A separação de líquidos e vapores pode ser realizada pelo processo de pervaporação e permeação de vapor. Com foco em biotecnologia farmacêutica, responda:

- a. Descreva os princípios científicos e tecnológicos destes processos.
- b. Discuta as características das membranas utilizadas nestes processos e relacione ao menos uma aplicação para cada processo.
- c. Descreva o modelo para o transporte de massa e energia no processo de pervaporação, incluindo o equacionamento e discussão do fenômeno de polarização.

Requisitos mínimos da resposta:

1. Descrever os processos de pervaporação e permeação de vapor, destacando como eles se diferenciam entre si e dos demais processos com membranas.
2. Descrever o mecanismo de funcionamento da PV, abordando:
 - a) Definições de força motriz, fluxo e seletividade
 - b) Considerações sobre afinidade solutos-membrana (solubilidade), mobilidade solutos-membrana (difusividade), e como essas podem afetar o fluxo e seletividade
 - c) Diferenças de seletividade em relação a processos convencionais, como a destilação.
 - d) Considerações sobre polarização de concentração, polarização de temperatura, e incrustação em PV, e como essas afetam o desempenho do processo.
3. Apresentar os tipos de módulos e permeadores que podem ser utilizados nesses processos.



4. Apresentar os principais materiais poliméricos e inorgânicos usuais em membranas de PV e destacar como as características desses materiais, como natureza química, transição vítrea e cristalinidade influenciam a seletividade e fluxo na PV.
5. Descrever pelo menos uma aplicação de cada processo na área de biotecnologia farmacêutica, detalhando vantagens e limitações.
6. Apresentar o modelo de sorção-difusão em PV, mostrando a abordagem matemática de transferência de calor e massa, considerando também a polarização de concentração e de temperatura na PV, contrastando-as com os processos de separação de solutos de solvente (MF, UF, NF).

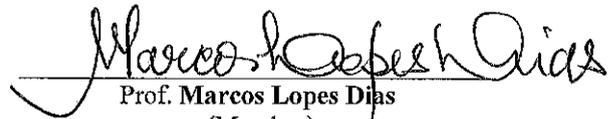
As referências citadas abaixo são da bibliografia (indicação opcional) do conteúdo programático.

- [2] Capítulo 5
- [3] Capítulo 9
- [4] Capítulo 17
- [5] Volume 2, Capítulo 2.10

Rio de Janeiro, 03 de dezembro de 2024.



Prof. Paulo Laranjeira da Cunha Lage
(Presidente)



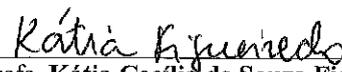
Prof. Marcos Lopes Dias
(Membro)



Prof. Marco Di Luccio
(Membro)



Prof. Míriam Cristina Santos Amaral Moravia
(Membro)



Prof. Kátia Cecília de Souza Figueiredo
(Membro)