

PROGRAMA DE UNIDADE DIDÁTICA – PUD

(continua)

DISCIPLINA: OPERAÇÕES UNITÁRIAS II		
Código: TPQ028	Carga horária total: 80 h	Créditos: 04
Nível: Graduação	Semestre: 5	Pré-requisitos: TPQ009; TPQ017
CARGA HORÁRIA:	Teórica: 68 h	Prática: 12 h
	Prática profissional: -	Extensão: -
	Presencial: 80 aulas	Distância: -
	Atividades não presenciais: 16 aulas	
EMENTA		
Trocadores de calor. Operações multiestágios de equilíbrio. Operações industriais de transferência de massa. Operações industriais de transferência de calor e massa.		
OBJETIVO		
Compreender e aplicar os fundamentos das operações unitárias envolvendo o transporte de calor e ou de massa, familiarizando-se com os equipamentos utilizados nessas operações. Resolver problemas operacionais relacionados a trocadores de calor e operações multiestágios de transferência de calor e de massa, analisando-os.		
PROGRAMA	C/H	
<u>Programa Teórico:</u>		
Unidade 1 – Trocadores de calor: calor; calor latente e tabelas de vapor; calor sensível e a equação fundamental da calorimetria; trocadores de calor; trocador de duplo tubo; trocador de casco e tubo; trocador de calor de placas; outros trocadores de calor; coeficiente global de transferência de calor; fatores de incrustação; análise de trocadores de calor – método da DTML; método da efetividade-NTU.	16 h	
Unidade 3 – Fundamentos de operações multiestágios: grandezas termodinâmicas (pressão, trabalho, entalpia, energia livre, potencial químico, fugacidade); equilíbrio de fases – critérios de equilíbrio, relações e modelos de equilíbrio (lei de Henry, lei de Raoult, outros modelos), diagramas de equilíbrio; balanços materiais e de energia, velocidade de operação; cálculos de estágio simples e de múltiplos estágios; operações multiestágios em contracorrente; refluxo; simuladores de processos.	18 h	
Unidade 4 – Operações de transferência de massa: destilação (destilação simples, destilação <i>flash</i> , destilação por arraste, destilação fracionada, destilação extrativa, destilação azeotrópica); absorção e <i>stripping</i> de gases; extração líquido-líquido (extração por solvente); extração sólido-líquido (lixiviação); adsorção; troca iônica; separação por membranas; aplicações industriais.	16 h	
Unidade 4 – Operações de transferência simultânea de calor e massa: umidificação industrial; secagem e liofilização de sólidos; evaporação e cristalização industrial; aplicações industriais das operações de transferência de calor e massa.	10 h	

(continuação)

PROGRAMA (CONT.)	C/H
<u>Programa Prático:</u>	
Aula Prática 1 – Trocador de calor de duplo tubo: determinar a efetividade de um trocador de calor de tubo duplo e comparar com o valor teórico.	02 h
Aula Prática 2 – Destilação fracionada: compreender a operação de destilação fracionada por meio de experimento de purificação de uma mistura líquida destilável com aparato de destilação.	02 h
Aula Prática 3 – Uso de simulador de processos: familiarizar-se com o uso de simuladores de processos industriais criando modelo de operação multiestágio e simulando cenários operacionais.	04 h
Aula Prática 4 – A critério do professor: aula prática a critério do professor abordando os conteúdos da disciplina ou visita técnica a indústrias que utilizem operações envolvendo predominantemente transporte de calor e ou de massa.	04 h
METODOLOGIA DE ENSINO	
Exposição do conteúdo teórico e prático por meio do método expositivo-dialógico, com resolução de exercícios e atividades em grupo, inclusive seminários, além de aulas práticas em laboratório de operações e processos químicos ou de águas, ou ainda visitas técnicas a indústrias de processos químicos. Algumas atividades e conteúdos serão trabalhados nas aulas não presenciais, preferencialmente aquelas de menor complexidade, como leitura de textos, preparação e elaboração de documentos, resolução de listas de exercícios, entre outros, com a adequada orientação e acompanhamento pelo docente responsável.	
RECURSOS	
Sala de aula, pincel e quadro branco, computador, projetor, tela de projeção, laboratório de operações e processos químicos ou de águas devidamente equipado, veículos para transporte de pessoal e equipamentos de proteção.	
AValiação	
A avaliação será desenvolvida, de forma processual e contínua, ponderando os aspectos qualitativos e quantitativos das competências desenvolvidas pelos alunos, tais como: trabalho em equipe, participação nas atividades propostas, bem como por meio de relatórios de aulas práticas e ou de visitas técnicas, trabalhos e provas escritas tratando dos conteúdos e atividades abordadas na disciplina. As atividades de avaliação poderão contemplar as atividades não presenciais, entretanto, as atividades não presenciais não são consideradas pelo docente para controle de frequência.	
BIBLIOGRAFIA BÁSICA	
BLACKADDER, D. A.; NEDDERMAN, R. M. Manual de operações unitárias. São Paulo: Hemus, 2004.	
ÇENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. Transferência de calor e massa: uma abordagem prática. 3ª ed. São Paulo: MacGraw-Hill, 2009.	
GAUTO, M. A.; ROSA, G. R. Processos e operações unitárias da indústria química. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.	

(conclusão)

BIBLIOGRAFIA BÁSICA (CONT.)

FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C. W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L. B. Princípios de operações unitárias. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1982.

GEANKOPLIS, C. J. Transport processes and separation process principles: includes unit operations. 4.ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2007.

KREITH, F.; BOHN, M. S. Princípios de transferência de calor. São Paulo: Thomson, 2003.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

COSTA, E. C. **Secagem industrial**. São Paulo: Blucher, 2007.

DIAS, L. R. S. **Operações que envolvem transferência de calor e de massa**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

INGLEZAKIS, V. J.; POULOPOULOS, S. G. **Adsorption, ion exchange and catalysis: design of operations and environmental applications**. Oxford: Elsevier, 2006.

NÝVIT, J.; HOSTOMSKY, J.; GIULIETTI, M. **Cristalização**. São Carlos, SP: EdUFSCar: IPT, 2001.

PETROBRAS. **Operações unitárias**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2005.

SOUSA JÚNIOR, R. **Experimentos didáticos em fenômenos de transporte e operações unitárias para a engenharia ambiental**. São Carlos: EdUFSCar, 2013.

Coordenação do Curso:
