

**PROGRAMA DE UNIDADE DIDÁTICA – PUD**

(continua)

<b>DISCIPLINA: FENÔMENOS DE TRANSPORTE II</b>		
<b>Código:</b> TPQ017	<b>Carga horária total:</b> 80 h	<b>Créditos:</b> 04
<b>Nível:</b> Graduação	<b>Semestre:</b> 3	<b>Pré-requisitos:</b> TPQ010
<b>CARGA HORÁRIA:</b>	<b>Teórica:</b> 70 h	<b>Prática:</b> 10 h
	<b>Prática profissional:</b> -	<b>Extensão:</b> -
	<b>Presencial:</b> 80 aulas	<b>Distância:</b> -
	<b>Atividades não presenciais:</b> 16 aulas	
<b>EMENTA</b>		
<p>Conceitos de processos e suas variáveis. Balanços globais e diferenciais de massa, energia e quantidade de movimento (<i>momentum</i>). Fundamentos e aplicações de transporte de calor. Fundamentos e aplicações de transporte de massa.</p>		
<b>OBJETIVO</b>		
<p>Compreender e aplicar os fundamentos, teorias e modelos básicos dos Fenômenos de Transporte, especificamente dos transportes de calor e de massa, em problemas cotidianos e industriais.</p>		
<b>PROGRAMA</b>	<b>C/H</b>	
<b><u>Programa Teórico:</u></b>		
<p><b>Unidade 1 – Processos e variáveis de processos:</b> processos e operações; tipos de processos; massa, volume, pressão e temperatura; escalas termométricas; trabalho; calor; capacidade térmica e calor específico; equação fundamental da calorimetria; calor sensível e calor latente; mudanças de fase; entalpia.</p>	04 h	
<p><b>Unidade 2 – Balanços globais dos Fenômenos de Transporte:</b> derivadas parciais; integrais múltiplas; integral de volume; integral de superfície e elemento de área; fluxo de campos vetoriais; sistemas e volume de controle; leis físicas fundamentais; formulação integral para volume de controle; balanço global de massa; balanço global de energia; balanço global de quantidade de movimento; cálculos de balanços globais em operações industriais; reciclo e desvio; a reação química no processo.</p>	12 h	
<p><b>Unidade 3 – Balanços diferenciais dos Fenômenos de Transporte:</b> derivadas direcionais e gradiente; balanço diferencial de massa (equação da continuidade); balanço diferencial de energia; balanço diferencial de quantidade de movimento.</p>	04 h	
<p><b>Unidade 4 – Transporte de calor por condução:</b> mecanismos de transferência de calor – condução, convecção (forçada e natural), lei de Fourier da condução; condutividade térmica; condução unidimensional em regime permanente num sólido ou num fluido estático – parede plana, cilindro oco e esfera oca; resistência térmica de contato perfeito; sistemas aletados; equação geral da condução de calor; geração de calor em sólidos; condutividade térmica variável.</p>	12 h	

(continuação)

PROGRAMA (CONT.)	C/H
<p><b>Unidade 5 – Transporte de calor por convecção:</b> lei do resfriamento de Newton; coeficiente de película; número de Nusselt; camada limite térmica; Número de Prandtl; convecção forçada externa e correlações; convecção forçada interna e correlações; convecção natural, número de Grashof e correlações; convecção combinada; convecção em sistemas com mudança de fase; redes generalizadas de resistência térmica; coeficiente global de transferência de calor.</p>	12 h
<p><b>Unidade 6 – Transporte de calor por radiação:</b> fundamentos da radiação térmica; radiação do corpo negro; distribuição de Planck; lei de Stefan-Boltzmann; propriedades das superfícies irradiantes; lei de Kirchhoff; transferência por radiação entre superfícies infinitas (negras, cinzas ou difusas); fator de forma e suas relações; transferência de calor por radiação entre duas superfícies quaisquer; escudos de radiação.</p>	10
<p><b>Unidade 7 – Transporte de massa:</b> definições e conceitos básicos; difusão de massa; base mássica e molar; lei de Fick da difusão; difusão em meio estacionário com duas espécies; condições de contorno; difusão de massa permanente através de uma parede; difusão em um meio em movimento – escoamento de Stefan, contradifusão equimolar; convecção de massa; coeficiente convectivo individual de massa e correlações empíricas; coeficientes globais de transferência de massa.</p>	16
<b><u>Programa Prático:</u></b>	
<p><b>Aula Prática 1 – Condução térmica em barras metálicas:</b> conduzir experimentos para medir a taxa de condução térmica em diferentes materiais metálicos.</p>	02 h
<p><b>Aula Prática 2 – Convecção térmica de líquidos:</b> observar o fenômeno de convecção térmica e ou medir a condutividade térmica de fluidos.</p>	02 h
<p><b>Aula Prática 3 – Evaporação e transferência de massa:</b> conduzir experimentos para avaliar a taxa de evaporação e a transferência de massa de líquidos.</p>	02 h
<p><b>Aula Prática 4 – A critério do professor:</b> aula prática a critério do professor abordando os conteúdos da disciplina ou visita técnica a indústrias que utilizem operações de transferência de calor e ou massa.</p>	04 h
<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>	
<p>Exposição do conteúdo teórico e prático por meio do método expositivo-demonstrativo, incluindo aulas práticas em laboratório de operações e processos químicos ou de águas. 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 pela disciplina.</p>	
<b>RECURSOS</b>	
<p>Sala de aula, pincel e quadro branco, computador, projetor, tela de projeção, laboratório de operações e processos químicos ou de águas devidamente equipado.</p>	

(conclusão)

## **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 (objetivas e ou subjetivas) 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**

CANEDO, E. L. **Fenômenos de transporte**. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2014.

ÇENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. **Transferência de calor e massa: uma abordagem prática**. 3ª ed. São Paulo: MacGraw-Hill, 2009.

FOX R. W., MCDONALD A. T., PRITCHARD P. J., MITCHELL J.W. **Introdução à mecânica dos fluidos**. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC; 2020.

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

## **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR**

BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S. **Incropera: fundamentos de transferência de calor e de massa**. 8ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

BIRD, R. B.; STERWART, W. E.; LIGHTFOOT, E. N. **Fenômenos de transporte**. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

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

MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N.; MUNSON, B. R.; DEWITT, D. P. **Introdução à engenharia de sistemas térmicos: termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

VARADARAJAN, S.; PARREIRAS, R. T.; SILVA, C. A.; SILVA, I. A. **Fenômenos de transporte: fundamentos e aplicações nas engenharias metalúrgica e de materiais**. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração – ABM, 2010.

**Coordenação do Curso:**