

## PLANO DE ENSINO E MAPA DE ATIVIDADES

CARACTERIZAÇÃO DA DISCIPLINA				
<b>Código da disciplina:</b> NHZ4029-15	<b>Nome da disciplina:</b> OPERAÇÕES UNITÁRIAS II			
<b>Créditos (T-P-D):</b> 4-0-4	<b>Carga horária:</b> 48 horas	<b>Aula prática:</b> 0	<b>Câmpus:</b> Santo André	
<b>Código da turma:</b> NANHZ4029-15SA	<b>Turma:</b> Operações Unitárias II A -noturno (Santo André).	<b>Turno:</b> Noturno	<b>Quadrimestre:</b> QS	<b>Ano:</b> 2021
<b>Docente responsável:</b> BRUNO GUZZO DA SILVA				
<b>ESTRATÉGIAS DIDÁTICAS QUE SERÃO UTILIZADAS:</b>				
<p><b>Metodologia:</b> A disciplina será conduzida no <i>Moodle</i></p> <p>Link para acesso ao curso: <a href="https://moodle.ufabc.edu.br/course/view.php?id=646">https://moodle.ufabc.edu.br/course/view.php?id=646</a></p> <p>→terça-feira das 19:00 às 21:00. →sexta-feira das 21:00 às 23:00.</p> <p>Obs.: as aulas estão organizadas em atividades majoritariamente assíncronas, sendo as aulas gravadas disponibilizadas no dia e horário de cada aula.</p> <p><b>Atividades de apoio:</b> sexta-feira das 21:00 às 23:00 pelo Google Meet e grupo de WhatsApp da turma.</p>				

## PLANEJAMENTO DA DISCIPLINA

**Objetivo geral:** Capacitar o estudante a desenvolver conhecimentos e habilidades na resolução de problemas envolvendo as principais operações unitárias da indústria química.

### Objetivos específicos:

- a) Introduzir os princípios de transferência de **quantidade de movimento, calor e massa**;
- b) Capacitar o estudante a dimensionar as principais operações que envolvem **Sistemas Fluidodinâmicos e Particulados**;
- c) Apresentar as principais operações unitárias que envolvem **Transferência de calor**;
- d) Apresentar e dimensionar as principais operações que envolvem **Transferência de massa**;
- e) Capacitar o estudante a dimensionar as principais operações que envolvem **transferência simultânea de calor, massa e quantidade de movimento**.

### EMENTA

Introdução às Operações Unitárias relacionadas com **tratamento de sólidos**: análise granulométrica, transporte de sólidos, fragmentação e moagem, filtração.

Introdução às Operações de **Transferência de Massa**.

**Absorção e Stripping:** Equipamentos, Elementos de Cálculo, Colunas de Prato, Cálculo Algébrico, Número de Placas Reais, Diâmetro e Altura.

**Destilação:** Princípios básicos, Princípios de Cálculo, Modalidades de Operações de Destilação, Método de Lewis-Sorel, Método de McCabe-Thiele.

### CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

MÊS	SEMANA	DATA	ATIVIDADES	
Fevereiro	1	02/02/2021	<b>Aula inaugural virtual:</b> apresentação do calendário, mapa de atividades e formas de avaliação; Apresentação da turma; e Revisão de Operações Unitárias I (Teoria e Questionário 1-Q1).	
		05/02/2021	Sistemas Particulados e Caracterização de Partículas (Teoria e Questionário 2-Q2)	
	2	09/02/2021	Redução de tamanho de partículas sólidas (Teoria e Questionário 3-Q3). Entrega do Q1.	
		12/02/2021	Transporte de sólidos (Teoria e Questionário 4-Q4). Entrega do Q2.	
	3	16/02/2021	Filtração (Teoria e Questionário 5-Q5). Entrega do Q3.	
		19/02/2021	Filtração (Teoria e Questionário 6-Q6). Entrega do Q4.	
	4	23/02/2021	Revisão da Prova 1 (P1) (Discussão das Listas de exercícios). Entrega do Q5.	
		26/02/2021	Revisão P1 (Discussão das Listas de exercícios). Entrega do Q6.	
Março	5	<b>02/03/2021</b>	<b>PROVA 1 (P1)</b>	
		05/03/2021	Transferência de Calor e Massa (Atividade extra).	
	6	09/03/2021	Introdução às OUs de Transferência de Massa (Questionário 7-Q7)	
		12/03/2021	Absorção (Teoria e Questionário 8-Q8)	
	7	16/03/2021	Regeneração (Teoria e Questionário 9 - Q9). Entrega do Q7.	
		19/03/2021	Introdução à Destilação industrial (Teoria e Questionário 10-Q10). Entrega do Q8.	
	8	23/03/2021	Projeto de colunas de destilação (Teoria e Questionário 11-Q11). Entrega do Q9.	
		26/03/2021	Projeto de colunas de destilação (Teoria e Questionário 12-Q12). Entrega do Q10.	
	9	30/03/2021	Revisão da Prova 2 (P2) (Discussão das Listas de exercícios). Entrega do Q11.	
		02/04/2021	Revisão da P2 (Discussão das Listas de exercícios). Entrega do Q12.	
	Abril	10	<b>06/04/2021</b>	<b>PROVA 2 (P2)</b>
			09/04/2021	PROVA SUBSTITUTIVA P1 (PS1)
11		13/04/2021	PROVA SUBSTITUTIVA P2 (PS2)	
		16/04/2021	Entrega dos projetos (PF).	
12		20/04/2021	Divulgação dos conceitos.	
		23/04/2021	Revisão para a prova de recuperação.	
13		27/04/2021	PROVA DE RECUPERAÇÃO (PR)	
		30/04/2021	Divulgação dos conceitos finais após recuperação.	

Obs.: O cronograma poderá sofrer alterações no decorrer do curso. Qualquer alteração no cronograma será divulgada previamente.

### Descrição dos instrumentos e critérios de avaliação qualitativa

#### CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO:

Conceito	Descrição
<b>A</b>	Desempenho excepcional, demonstrando excelente compreensão da disciplina e do uso da matéria.
<b>B</b>	Bom desempenho, demonstrando capacidade boa de uso dos conceitos da disciplina.
<b>C</b>	Desempenho mínimo satisfatório, demonstrando capacidade de uso adequado dos conceitos da disciplina e habilidade para enfrentar problemas relativamente simples e capacidade adequada para seguir adiante em estudos mais avançados.
<b>D</b>	Aproveitamento mínimo não satisfatório dos conceitos da disciplina, com familiaridade parcial do assunto e alguma capacidade para resolver problemas simples, mas demonstrando deficiências que exigem trabalho adicional para prosseguir em estudos avançados.
<b>F</b>	Reprovado. A disciplina deve ser cursada novamente para a obtenção de crédito.
<b>O</b>	Ausência de avaliação. A disciplina deve ser cursada novamente para a obtenção de crédito.

**Obs.:** As reprovações não serão contabilizadas no histórico dos discentes, não sendo aplicável a reprovação por falta nesta modalidade.

O conceito final de Operações Unitárias II será a combinação das avaliações das seguintes atividades:

**PROVA 1 (P1):** primeira prova valendo **30%** do conceito final da disciplina;

**PROVA 2 (P2):** segunda prova valendo **30%** do conceito final da disciplina;

**Obs.:** As provas serão individuais, sendo referentes a entrega das listas de exercícios disponíveis ao final da apostila. As provas deverão ser resolvidas à mão (próprio punho) e o aluno deverá assinar na primeira folha da prova.

**Questionários (Qi):** Os alunos serão avaliados através de 12 questionários (relacionado ao tema da videoaula), sendo que os alunos terão 1 semana para responder as questões propostas. Os questionários terão um peso de **20%** do conceito final da disciplina. Os questionários deverão ser resolvidos à mão (próprio punho) e o aluno deverá assinar na primeira folha do questionário.

**PROJETO FINAL (PF):** trabalho individual, valendo **20%** do conceito final da disciplina. Elaboração de um projeto final (escrito e apresentação assíncrona) sobre algumas operações unitárias. Entregar o projeto escrito nas normas da ABNT e com no máximo 10 páginas. Na apresentação do projeto (entre 10 e 15 min), cada aluno irá gravar a apresentação e disponibilizar para toda turma. Cada aluno trabalhará com um dos seguintes temas:

- (1) Sopradores e Compressores;
- (2) Agitação e Mistura;
- (3) Câmara de poeira;
- (4) Elutriadores;
- (5) Centrífugas industriais;
- (6) Ciclones e Hidrociclones;
- (7) Sedimentadores contínuos;
- (8) Leitos fixos;
- (9) Leitos fluidizados e de jorro;
- (10) Trocadores de calor;
- (11) Evaporadores;
- (12) Adsorção;

- (13) Extração;
- (14) Secagem;
- (15) Cristalização;
- 16) Umidificação;
- 17) Separação por membranas.

**PROVA SUBSTITUTIVA (PS):** somente em caso justificativa. Esta prova substitutiva será realizada somente para as Provas 1 e 2 (P1e P2);

**AVALIAÇÃO DE RECUPERAÇÃO (R):** O discente que for **aprovado com conceito D** ou **reprovado com conceito F** terá o direito de realizar uma avaliação de recuperação. O conteúdo a ser aferido na avaliação de recuperação deverá abranger todo o conteúdo ministrado durante o quadrimestre letivo. O conceito obtido na avaliação de recuperação substituirá, automaticamente, o menor conceito obtido pelo (a) aluno (a) (P1 ou P2).

#### **Referências bibliográficas básicas**

FOUST, A.S; WENZEL, L.A.; CLUMP, C.W.; MAUS, L., ANDERSEN, L.B. **Princípios de operações unitárias**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982.

CREMASCO, M. A. **Operações Unitárias em sistemas particulados e fluidomecânicos**. São Paulo: Blucher, 2012.

McCABE, W.L.; SMITH, J.L.; HARRIOT, P. **Unit Operations of Chemical Engineering**. New York: McGraw Hill, 2005.

JESS, A.; WASSERSCHEILD. **Chemical Technology**. Weinheim: Wiley VCH Verlag and Co. 2013.

GOMIDE, R. **Operações Unitárias**. São Paulo: Edição do Autor. 1998. v.4.

### **Bibliografia Complementar**

FELDER, R.M.; ROUSSEAU, R.W. **Princípios Elementares dos Processos Químicos**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2012.

GOMIDE, R. **Operações Unitárias**: Operações com Sistemas Sólidos e Granulares. São Paulo: Edição do Autor. 1997.

WELTY, J. R.; WILSON, R. E.; WICKS, C. C. **Fundamentals of Momentum, Heat, and Mass Transfer**, 4a edição, John Wiley & Sons, 2001.

GEANKOPLIS, CHRISTIE J. **Transport Processes and Unit Operations**, 3a Edição, Prentice Hall, 1993.

MASSARANI, G. **Fluidodinâmica em sistemas particulados**. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1997.

## Mapa de Atividades

**Disciplina: Operações Unitárias 2**

**Docente: Bruno Guzzo da Silva**

**Quadrimestre: QS - 2021**

**Carga horária total prevista: 48 h**

<b>Aula (Data)</b>	<b>Horas (T + I)</b>	<b>(Unidade) Tema principal</b>	<b>(Subunidade) Subtema</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Atividades teóricas, recursos midiáticos e ferramentas</b>	<b>Atividades práticas, recursos midiáticos e ferramentas</b>
AULA 1 (02/02/2021)	4 h	Aula inaugural virtual	Apresentação do calendário, mapa de atividades; formas de avaliação; apresentação da turma; e revisão de operações unitárias I.	O aluno deve ser capaz de: descrever o que é um processo industrial; realizar balanços de massa e energia; e realizar conversões de unidades.	As aulas estão organizadas em atividades majoritariamente assíncronas. No horário da aula, a videoaula do assunto será disponibilizada. Os Slides da aula e a apostila do conteúdo (Capítulo 1) serão disponibilizados no Moodle. Neste dia teremos uma aula de apoio, não obrigatória e no horário da aula, pelo Google Meet.	Nessa aula será proposto o Questionário 1 (sobre o tema da aula). No final da apostila tem uma lista de exercícios propostos para reforçar o conteúdo (conteúdo da P1). Os alunos poderão tirar dúvidas na aula semanal de apoio pelo Google Meet e no grupo de WhatsApp da turma.
AULA 2 (05/02/2021)	4 h	Sistemas Particulados e Caracterização de Partículas	Introdução às Operações Unitárias envolvendo Sólidos; Sistemas particulados; e Características físicas de uma partícula isolada.	O aluno deve ser capaz de identificar um sistema particulado e realizar a sua caracterização física.	No horário da aula, a videoaula do assunto será disponibilizada. Os Slides da aula e a apostila do conteúdo (Capítulo 2) serão disponibilizados no Moodle.	Nessa aula será proposto o Questionário 2 (sobre o tema da aula). No final da apostila tem uma lista de exercícios propostos (conteúdo da P1) para reforçar o conteúdo. Os alunos poderão tirar dúvidas na aula semanal de apoio pelo Google Meet e no grupo de WhatsApp da turma.
AULA 3 (09/02/2021)	4 h	Redução de tamanho de partículas sólidas	Circuito clássico de redução de tamanho de partículas; Moagem; e Potência necessária para a redução de tamanho	O aluno deve ser capaz de dimensionar os principais equipamentos utilizados na indústria para a redução de partículas sólidas.	No horário da aula, a videoaula do assunto será disponibilizada. Os Slides da aula e a apostila do conteúdo (Capítulo 3) serão disponibilizados no Moodle.	Nessa aula será proposto o Questionário 3 (sobre o tema da aula). No final da apostila tem uma lista de exercícios propostos (conteúdo da P1) para reforçar o conteúdo. Os alunos poderão tirar dúvidas na aula semanal de apoio pelo Google Meet e no grupo de WhatsApp da turma.



AULA 4 (12/02/2021)	4 h	Transporte de sólidos	Classificação de transportadores de sólidos; transportador de Correia; Transporte de Rosca; Transporte de Elevador de Caçambas; Transporte Vibratório; Transportes pneumático e hidráulico.	O aluno deve ser capaz de dimensionar os principais equipamentos utilizados no transporte de sólidos.	No horário da aula, a videoaula do assunto será disponibilizada. Os Slides da aula e a apostila do conteúdo (Capítulo 4) serão disponibilizados no Moodle.	Nessa aula será proposto o Questionário 4 (sobre o tema da aula). No final da apostila tem uma lista de exercícios propostos (conteúdo da P1) para reforçar o conteúdo. Os alunos poderão tirar dúvidas na aula semanal de apoio pelo Google Meet e no grupo de WhatsApp da turma.
AULA 5 (16/02/2021)	4 h	Filtração	Filtros de pressão ou simples; Filtros a vácuo; e Meios filtrantes.	O aluno deve ser capaz de dimensionar os principais equipamentos utilizados na filtração industrial.	No horário da aula, a videoaula do assunto será disponibilizada. Os Slides da aula e a apostila do conteúdo (Capítulo 5) serão disponibilizados no Moodle.	Nessa aula será proposto o Questionário 5 (sobre o tema da aula). No final da apostila tem uma lista de exercícios propostos (conteúdo da P1) para reforçar o conteúdo. Os alunos poderão tirar dúvidas na aula semanal de apoio pelo Google Meet e no grupo de WhatsApp da turma.
AULA 6 (19/02/2021)	4 h	Filtração	Filtração sem formação de torta; Filtração com formação de torta; Melhorias na velocidade de filtração.	O aluno deve ser capaz de dimensionar os principais equipamentos utilizados na filtração industrial.	No horário da aula, a videoaula do assunto será disponibilizada. Os Slides da aula e a apostila do conteúdo (Capítulo 5) serão disponibilizados no Moodle.	Nessa aula será proposto o Questionário 6 (sobre o tema da aula). No final da apostila tem uma lista de exercícios propostos (conteúdo da P1) para reforçar o conteúdo. Os alunos poderão tirar dúvidas na aula semanal de apoio pelo Google Meet e no grupo de WhatsApp da turma.
AULA 7 (23/02/2021)	4 h	Revisão da Prova 1 (P1). Discussão das Listas de exercícios.	Sistemas Particulados e Caracterização de Partículas; Redução de tamanho de partículas sólidas; Transporte de sólidos; e Filtração.	Os alunos devem trazer as dúvidas relacionadas as listas de exercícios da apostila.	As principais dúvidas serão resolvidas em uma videoaula que será disponibilizada.	
AULA 8 (26/02/2021):	4 h	Revisão da Prova 1 (P1). Discussão das Listas de exercícios.	Sistemas Particulados e Caracterização de Partículas; Redução de tamanho de partículas sólidas; Transporte de sólidos; e Filtração.	Os alunos devem trazer as dúvidas relacionadas as listas de exercícios da apostila.	As principais dúvidas serão resolvidas em uma videoaula que será disponibilizada.	

AULA 9 (02/03/2021)	2 h	Prova 1 (P1).	Sistemas Particulados e Caracterização de Partículas; Redução de tamanho de partículas sólidas; Transporte de sólidos; e Filtração.			A prova será individual e o aluno irá entregar as listas de exercícios da apostila.
AULA 10 (05/03/2021)	2 h	Atividade extra para a P1. Não obrigatória.	Transferência de Calor e Massa.		Apresentação assíncrona sobre Transferência de Calor e Massa. Na apresentação do projeto, os alunos irão gravar a apresentação e disponibilizar para todos os alunos.	Apresentação de 10-15 minutos; Individual; Temas: - Transferência de Massa; ou - Transferência de Calor. Obrigatório: Fazer uma analogia entre os fenômenos de TM e TC.
AULA 11 (09/03/2021)	4 h	Introdução às OUs de Transferência de Massa	Transferência de massa entre 2 fases; difusão; Analogia Newton-Fourier-Fick; convecção.	O aluno deve ser capaz de identificar as principais operações unitárias onde ocorrem os mecanismos de transferência de massa.	No horário da aula, a videoaula do assunto será disponibilizada. Os Slides da aula e a apostila do conteúdo (Capítulo 6) serão disponibilizadas no Moodle.	Nessa aula será proposto o Questionário 7 (sobre o tema da aula). No final da apostila tem uma lista de exercícios propostos (conteúdo da P2) para reforçar o conteúdo. Os alunos poderão tirar dúvidas na aula semanal de apoio pelo Google Meet e no grupo de WhatsApp da turma.
AULA 12 (12/03/2021)	4 h	Absorção	Processos de separação por estágios de equilíbrio; Coluna de pratos e de recheio; Dimensionamento de torres de absorção; Método Gráfico de McCabe-Thiele; Método Analítico de Kremser.	O aluno deve ser capaz de dimensionar as principais colunas de absorção utilizadas na indústria química.	No horário da aula, a videoaula do assunto será disponibilizada. Os Slides da aula e a apostila do conteúdo (Capítulo 6) serão disponibilizados no Moodle.	Nessa aula será proposto o Questionário 8 (sobre o tema da aula). No final da apostila tem uma lista de exercícios propostos (conteúdo da P2) para reforçar o conteúdo. Os alunos poderão tirar dúvidas na aula semanal de apoio pelo Google Meet e no grupo de WhatsApp da turma.
AULA 13 (16/03/2021)	4 h	Regeneração	Dimensionamento de torres de regeneração; Razão molar;	O aluno deve ser capaz de dimensionar as principais colunas de regeneração utilizadas na indústria química.	No horário da aula, a videoaula do assunto será disponibilizada. Os Slides da aula e a apostila do conteúdo (Capítulo 6) serão disponibilizados no Moodle.	Nessa aula será proposto o Questionário 9 (sobre o tema da aula). No final da apostila tem uma lista de exercícios propostos (conteúdo da P2) para reforçar o conteúdo. Os alunos poderão tirar dúvidas na aula semanal de apoio pelo Google Meet e no grupo de WhatsApp da turma.

AULA 14 (19/03/2021)	4 h	Introdução à Destilação industrial	Classificação e processos de destilação; e Balanços de massa e energia em operações de destilação.	O aluno deve ser capaz de identificar as principais colunas de destilação e realizar balanços nesses equipamentos.	No horário da aula, a videoaula do assunto será disponibilizada. Os Slides da aula e a apostila do conteúdo (Capítulo 7) serão disponibilizados no Moodle.	Nessa aula será proposto o Questionário 10 (sobre o tema da aula). No final da apostila tem uma lista de exercícios propostos (conteúdo da P2) para reforçar o conteúdo. Os alunos poderão tirar dúvidas na aula semanal de apoio pelo Google Meet e no grupo de WhatsApp da turma.
AULA 15 (23/03/2021)	4 h	Projeto de colunas de destilação	Dimensionamento de destilação fracionada; Método de McCabe-Thiele.	O aluno deve ser capaz de dimensionar uma coluna de destilação binária.	No horário da aula, a videoaula do assunto será disponibilizada. Os Slides da aula e a apostila do conteúdo (Capítulo 7) serão disponibilizados no Moodle.	Nessa aula será proposto o Questionário 11 (sobre o tema da aula). No final da apostila tem uma lista de exercícios propostos (conteúdo da P2) para reforçar o conteúdo. Os alunos poderão tirar dúvidas na aula semanal de apoio pelo Google Meet e no grupo de WhatsApp da turma.
AULA 16 (26/03/2021)	4 h	Projeto de colunas de destilação	Eficiência Global; Condições limite de operação.	O aluno deve ser capaz de dimensionar uma coluna de destilação binária.	No horário da aula, a videoaula do assunto será disponibilizada. Os Slides da aula e a apostila do conteúdo (Capítulo 7) serão disponibilizados no Moodle.	Nessa aula será proposto o Questionário 12 (sobre o tema da aula). No final da apostila tem uma lista de exercícios propostos (conteúdo da P2) para reforçar o conteúdo. Os alunos poderão tirar dúvidas na aula semanal de apoio pelo Google Meet e no grupo de WhatsApp da turma.
AULA 17 (30/03/2021)	4 h	Revisão da Prova 2 (P2). Discussão das Listas de exercícios.	Absorção; Regeneração; e Destilação.	Os alunos devem trazer as dúvidas relacionadas as listas de exercícios da apostila.	As principais dúvidas serão resolvidas em uma videoaula que será disponibilizada.	
AULA 18 (02/04/2021)	4 h	Revisão da Prova 2 (P2). Discussão das Listas de exercícios.	Absorção; Regeneração; e Destilação.	Os alunos devem trazer as dúvidas relacionadas as listas de exercícios da apostila.	As principais dúvidas serão resolvidas em uma videoaula que será disponibilizada.	
AULA 19 (06/04/2021)	2 h	Prova 2 (P2).	Absorção; Regeneração; e Destilação.			A prova será individual e o aluno deverá entregar as listas de exercícios.

AULA 20 (09/04/2021)	2 h	PROVA SUBSTITUTIVA P1 (PS1).	Sistemas Particulados e Caracterização de Partículas; Redução de tamanho de partículas sólidas; Transporte de sólidos; e Filtração.			
AULA 21 (13/04/2021)	2 h	PROVA SUBSTITUTIVA P2 (PS2).	Absorção; Regeneração; e Destilação.			
AULA 22 (16/04/2021)	2 h	Entrega dos projetos (PF).				Elaboração de um projeto final (escrito e apresentação assíncrona) sobre operações unitárias. Entregar o projeto escrito nas normas da ABNT. Na apresentação do projeto, os alunos irão gravar a apresentação e disponibilizar para todos os alunos.
AULA 23 (20/04/2021)		Divulgação dos conceitos.				
AULA 24 (23/04/2021)		Revisão para a prova de recuperação.				
AULA 25 (27/04/2021)	2h	Prova de recuperação (PR)				
AULA 26 (30/04/2021)		Divulgação dos conceitos finais após recuperação.				