



## Plano de Ensino

**Universidade Federal do Espírito Santo**

**CEUNES - Centro Universitario Norte Do Espirito**

**Curso:** Engenharia de Petróleo - São Mateus

**Departamento Responsável:** Departamento de Engenharia e Tecnologia

**Data de Aprovação (Art. nº 91):** 09/11/2021

**DOCENTE PRINCIPAL :** ANA PAULA MENEGUELO

Matrícula: 1754588

**Qualificação / link para o Currículo Lattes:** <http://lattes.cnpq.br/1800610548349937>

**Disciplina:** PROCESSAMENTO DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

**Código:** DET06282

**Período:** 2021 / 2

**Turma:** 34.3

**Pré-requisito:**

**Carga Horária Semestral:** 60

Disciplina: DET06015 - TERMODINÂMICA

### Distribuição da Carga Horária Semestral

**Créditos:** 3

**Teórica**

**Exercício**

**Laboratório**

30

15

15

**Ementa:**

Termodinâmica aplicada. Balanço de Materiais. Processo de vaporização flash. Transporte e Medição de fluxo de líquidos e gases. Fluxo de tubulações. Projeto de tubulações e redes de tubulações. Análise e Projeto de bombas. Processos e equipamentos de transferência de calor. Separação óleo-gás: processos e equipamentos. Sistemas de tratamento e dessalgação de óleo. Gás Natural: ocorrências, caracterização, definição, produção, processamento (UPGN), aplicações e derivados. Petróleo: ocorrências, caracterização, definição, processamento, processos de separação, processos de conversão, processos de tratamento e processos auxiliares.

**Objetivos Específicos:**

- 1- Apresentar a trajetória do petróleo e do gás natural, desde o campo de produção até a entrega final dos derivados, por meio de apresentação de cadeias produtivas flexíveis do ponto de vista operacional, que visam alcançar altos rendimento e lucratividade.
- 2- Expor os diversos equipamentos, processos e problemas operacionais envolvidos nas unidades de tratamento e refino do óleo.
- 3- Apresentar os equipamentos, os processos e problemas operacionais relacionados ao transporte e armazenamento do gás natural e seus derivados.

**Conteúdo Programático:**

1. Termodinâmica Aplicada
  - 1.1 Equilíbrio de fases
  - 1.2 Sistema heterogêneo fechado e o equilíbrio: critérios básicos de equilíbrio
  - 1.3 Regra das fases
  - 1.4 Lei de Raoult para equilíbrio líquido-vapor de soluções ideais
  - 1.5 Lei de Henry
  - 1.6 Sistemas azeotrópicos
  - 1.7 Cálculo dos pontos de bolha e orvalho
2. Equilíbrio flash e vaporização

- 2.1 Conceitos de flash
  - 2.2 Conceito de volatilidade relativa
  - 2.3 Flash isotérmico
  - 2.4 Flash adiabático
3. Tubulações
    - 3.1 Generalidades e classificação de tubulações
    - 3.2 Perda de carga em tubulação considerando acessórios
    - 3.3 Tubos: materiais, processos de fabricação, normalização dimensional
    - 3.4 Meios de ligação de tubos
    - 3.5 Válvulas
    - 3.6 Juntas de expansão
    - 3.7 Recomendação de materiais para alguns serviços
    - 3.8 Disposição das construções em uma instalação industrial de processo
    - 3.9 Arranjo e detalhamento de tubulações
    - 3.10 Sistemas especiais de tubulação
    - 3.11 Desenhos de tubulações
    - 3.12 Projeto de tubulações
4. Análise e projeto de bombas
    - 4.1 Classificação e características gerais de bombas
    - 4.2 Comparação entre bombas volumétricas e turbobombas
    - 4.3 Comentários gerais sobre turbobombas e bombas volumétricas
    - 4.4 Desempenho da bomba centrífuga e determinação do ponto de trabalho em função do sistema
    - 4.5 Curva carga (H) versus vazão (Q)
    - 4.6 Curva de potência absorvida versus vazão
    - 4.7 Curva rendimento total versus vazão
    - 4.8 Formas de apresentação das curvas características
    - 4.9 Características do sistema: altura manométrica, altura manométrica de sucção, altura manométrica de recalque, altura manométrica total.
    - 4.10 Determinação da curva do sistema
    - 4.11 Determinação do ponto de trabalho.
5. Processos de Transferência de Calor
    - 5.1 Conceitos básicos: camada limite térmica e camada limite hidrodinâmica
    - 5.2 Conceitos de condução: Lei de Fourier
    - 5.3 Conceitos de convecção: Lei de resfriamento de Newton
    - 5.4 Conceitos básicos de radiação
    - 5.5 Resistência térmica na convecção
    - 5.6 Transferência de calor com associação de diferentes materiais
    - 5.7 Parede composta em série
    - 5.8 Parede composta em paralelo
    - 5.9 Parede composta série-paralelo
6. Equipamentos de Transferência de Calor
    - 6.1 Tipos de trocadores de calor: contato direto, placa, tubular (casco-tubo, duplo tubo, espiral)
    - 6.2 Coeficiente global de transferência de calor
    - 6.3 Análise de trocadores de calor: uso da média log das diferenças de temperaturas
    - 6.4 Análise de trocadores de calor: o método da efetividade-NUT
    - 6.5 Trocadores de calor compactos.
7. Processo de Separação de Petróleo
    - 7.1 Visão geral sobre o processamento primário de petróleo e gás
    - 7.2 Visão geral sobre refino de petróleo
    - 7.3 Definições sobre processo de separação de petróleo: destilação
    - 7.4 Equacionamento de processo de contato contracorrente múltiplo estágios
    - 7.5 Balanço de massa e energia aplicados em destilação binária
    - 7.6 Método gráfico de McCabe-Thiele
    - 7.7 Determinação do número de estágios teóricos
    - 7.8 Localização do estágio de alimentação
    - 7.9 Condições operacionais limite

#### **Metodologia:**

Serão realizadas aulas teóricas nos formatos síncrono e assíncrono, proposição de exercícios, aulas práticas além da proposição de seminários e trabalhos escritos. As atividades experimentais utilizarão as unidades didáticas existentes no laboratório de escoamento em meios porosos desde que todas as condições de segurança e infraestrutura sejam garantidas.

#### **Critérios / Processo de avaliação da Aprendizagem :**

A média parcial do semestre (MP) levará em consideração as seis atividades semestrais de mesmo peso. A avaliação constará das seguintes avaliações: 1 exercício de resolução computacional relacionado ao tema de termodinâmica aplicada e vaporização flash, 1 trabalho escrito com a respectiva apresentação (1) abordando o tema de tubulações industriais, 1 relatório experimental relacionado ao tema de análise e projeto de bombas, 1 relatório referente a atividade experimental abordando transferência de calor e 1 trabalho escrito relacionado aos processos de separação de petróleo.

Os alunos com média dos trabalhos do semestre igual ou superior a 7,0 (sete) e com frequência regimental mínima serão automaticamente aprovados. A prova final abordará todo o conteúdo ministrado da disciplina ao longo do período letivo.

#### Bibliografia básica:

BRASIL, I. N.; ARAÚJO, M. A. S., SOUSA, E.C.M.; Processamento de Petróleo e Gás. Editora Gen, 2011.  
 FAHIM, M.A.; SL-SAHHAF, T.A.; ELKILANI, A.S. Introdução ao Refino do Petróleo. Editora Elsevier, Rio de Janeiro, 2012.  
 VAZ, C.E.M.; MAIA, J.L.P.; SANTOS, W.G. Tecnologia da indústria do Gás Natural. Ed. Blucher, São Paulo, 2008.  
 TELLES, P.C.S. Tubulações Industriais: Materiais, Projeto, Montagem, 10ª Ed., Editora LTC, Rio de Janeiro – RJ, 2010.  
 VAN WYLEN, G.J.; SONNTAG, R.E.; BORGNAKKE, C. Fundamentos da Termodinâmica. 7ª edição, Ed. Edgard Blucher LTDA, São Paulo – SP, 2003.

#### Bibliografia complementar:

MACINTYRE, A.J. Equipamentos Industriais e de Processo, Editora LTC, Rio de Janeiro – RJ, 2008.  
 INCROPERA, F.P., DEWITT, D.P., BERGMAN, T.L., LAVINE, A.S. Fundamentos de Transferência de Calor e Massa, 6ª Ed., Editora LTC, Rio de Janeiro – RJ, 2008.  
 ECONOMIDES, M.J.; HILL, A.D.; EHLIG-ECONOMIDES, C. Petroleum Production Systems. Upper Saddle River Prentice Hall, 611p, 1994.  
 BLACKADDER, D. A.; NEDDERMAN, R. M. Manual de operações unitárias: Destilação de sistemas binários - extração de solvente - absorção de gases - sistemas de múltiplos componentes - trocadores de calor - secagem - evaporadores – filtragem. São Paulo: Hemus, 2004. 276 p.

#### Cronograma:

Aula	Data	Descrição	Exercícios	Observações
01	04/11/2021	Criação do grupo da disciplina, agendamento das aulas e informes gerais		
02	05/11/2021	Apresentação geral da disciplina, plano de ensino e agendamento das atividades avaliativas.		
03	11/11/2021	1. Termodinâmica Aplicada 1.1 Equilíbrio de fases 1.2 Sistema heterogêneo fechado e o equilíbrio: critérios básicos de equilíbrio 1.3 Regra das fases		Aula síncrona
04	12/11/2021	Lei de Raoult para equilíbrio líquido-vapor de soluções ideais Lei de Henry Sistemas azeotrópicos Cálculo dos pontos de bolha e orvalho		Aula assíncrona
05	18/11/2021	Lei de Raoult para equilíbrio líquido-vapor de soluções ideais Lei de Henry Sistemas azeotrópicos Cálculo dos pontos de bolha e orvalho		
06	19/11/2021	Proposição de exercício	Aula para resolução do problema proposto.	O discente deverá desenvolver um código ou utilizar algum

Aula	Data	Descrição	Exercícios	Observações
				software acadêmico para previsão do equilíbrio líquido-vapor
07	25/11/2021	Entrega do exercício proposto sobre equilíbrio líquido-vapor. Introdução ao conteúdo relacionado a tubulações industriais.		
08	26/11/2021	Aula assíncrona sobre tubulações industriais		
09	02/12/2021	Análise e projeto de bombas		
10	03/12/2021	Análise e projeto de bombas - aula assíncrona		
11	09/12/2021	Análise e projeto de bombas		
12	10/12/2021	Análise e projeto de bombas - divulgação do trabalho teórico e experimental		
13	16/12/2021	Plantão de dúvidas e agendamento de grupos para aula experimental		
14	17/12/2021	Aula invertida - unidade de bombeamento experimental		
15	27/01/2022	Processos de Transferência de Calor Conceitos básicos: camada limite térmica e camada limite hidrodinâmica Conceitos de condução: Lei de Fourier Conceitos de convecção: Lei de resfriamento de Newton Conceitos básicos de radiação Resistência térmica na convecção Transferência de calor com associação de diferentes materiais Parede composta em série Parede composta em paralelo Parede composta série-paralelo		
16	28/01/2022	Equipamentos de Transferência de Calor Tipos de trocadores de calor: contato direto, placa, tubular (casco-tubo, duplo tubo, espiral) Coeficiente global de transferência de calor Análise de trocadores de calor: uso da média log das diferenças de temperaturas Análise de trocadores de calor: o método da efetividade-NUT Trocadores de calor compactos.		
17	03/02/2022	Aula preparatório para experimentos relacionados com equipamentos de transferência de calor		
18	04/02/2022	Aula prática em laboratório		
19	10/02/2022	Aula assíncrona - processos e equipamentos de transferência de calor		
20	11/02/2022	Aula prática em laboratório		
21	17/02/2022	Elaboração do relatório experimental		

Aula	Data	Descrição	Exercícios	Observações
22	18/02/2022	Aula extra em laboratório		
23	24/02/2022	Processo de Separação de Petróleo Visão geral sobre o processamento primário de petróleo e gás Visão geral sobre refino de petróleo Definições sobre processo de separação de petróleo: destilação		
24	25/02/2022	Equacionamento de processo de contato contracorrente múltiplo estágios Balanço de massa e energia aplicados em destilação binária Método gráfico de MacCabe-Thiele Determinação do número de estágios teóricos Localização do estágio de alimentação Condições operacionais limite	Resolução de exercícios	Aula assíncrona
25	03/03/2022	Equacionamento de processo de contato contracorrente múltiplo estágios Balanço de massa e energia aplicados em destilação binária Método gráfico de MacCabe-Thiele Determinação do número de estágios teóricos Localização do estágio de alimentação Condições operacionais limite	Resolução de exercícios	
26	04/03/2022	Proposição dos temas de trabalho relacionados com processos de separação de petróleo e gás		
27	10/03/2022	Discussão sobre os temas de trabalho relacionados com processos de separação de petróleo e gás		Separação dos grupos e detalhamento dos critérios de avaliação do trabalho escrito
28	17/03/2022	Apresentação do trabalho sobre processos de separação de petróleo e gás		
29	18/03/2022	Apresentação do trabalho sobre processos de separação de petróleo e gás		

**Observação:**