



Recife, 11 de julho de 2022.

Disciplina:

Tópicos Especiais em Engenharia de Materiais e Fabricação

Tema: Tratamento de Superfícies para Resistência à Corrosão e ao Desgaste.

Créditos - Carga Horária: 03 - 45h/a – Horário Quarta-feira 13:00 as 16:00h

Professores responsáveis:

- Dr. Severino Leopoldino Urtiga Filho.
- Dr<sup>a</sup>. Magda Rosângela Santos Vieira.

Ementa

- Comportamento de superfícies metálicas sob exposição a ambientes com severa solitação de corrosão e desgaste;
- Técnicas de proteção de superfícies para resistência à corrosão e ao desgaste;
- Características de materiais aplicados em revestimento, para aumento da de resistência à corrosão e ao desgaste, aplicação de revestimentos metálicos e orgânicos;
- Galvanoplastia. Técnica, materiais de revestimento, potencial e aplicabilidade;
- Deposição eletroquímica. Técnica, materiais de revestimento, potencial e aplicabilidade;
- Deposição Aspersão Térmica. Técnica, materiais de revestimento, potencial e aplicabilidade;
- Deposição por Solda a Arco e por Plasma Pó. Técnica, materiais de revestimento, potencial e aplicabilidade;
- Deposição por Laser. Técnica, materiais de revestimento, potencial e aplicabilidade;
- Aplicação de revestimentos orgânicos para proteção à corrosão e ao desgaste;
- Técnicas de controle de Corrosão: revestimentos, inibidores, proteção anódica, proteção catódica;
- Ensaio de monitoramento de corrosão;
- Casos práticos

Bibliografia

- P. L. Fauchais, J.V.R. Heberlein, and M. Boulos, Thermal Spray Fundamentals, Springer US, 2014.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

---

- V.E. Carter, *Metallic Coatings for Corrosion Protections*, Elsevier, 1977.
- S. Bose, *High Temperature Coatings*, Elsevier, 2007.
- R. Singh, *Corrosion Control for Offshore Structures*, Elsevier, 2014
- J.O'M. Bockris, A.K.N. Reddy, *Modern Electrochemistry*, J. O'M. Bockris, vol. 1 e 2, Plenum/Rosetta Edition, 1970.
- D.A. Jones, *Principles and Prevention of Corrosion*, Maxwell Macmillan International Editions, 1992.
- J.O'M. Bockris, S.U.M. Khan, *Surface Electrochemistry, A Molecular Level*, Plenum Press, 1993. A.M.O.
- Brett, C.M.A. Brett, *Electrochemistry, Principles, Methods and Applications*, Oxford University Press, 1993.
- A.J. Bard, *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications*. John Wiley Co., London, 2003.
- S. Wolynech. *Técnicas Eletroquímicas em Corrosão*. EdUSP, 2003.
- Artigos complementares.

## FICHA DE DISCIPLINA NOVA DA PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* - UFPE

<b>PROGRAMA:</b>	PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
<b>CENTRO:</b>	TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

DADOS DA DISCIPLINA			
<b>NOME DA DISCIPLINA:</b>	Tópicos Especiais em Engenharia de Materiais e Fabricação – Tratamentos Térmicos de Ligas Ferrosas e Não Ferrosas		
<b>CARGA HORÁRIA:</b>	45 hs	<b>NÚMERO DE CRÉDITOS:</b>	03
<b>TIPO DE COMPONENTE:</b>	( ) disciplina	( X ) tópicos especiais	( ) seminários
<b>EMENTA:</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introdução</li> <li>2. Tratamentos térmicos: nomenclatura, aplicações e características de fabricação</li> <li>3. Tipos de tratamentos térmicos: recozimento, normalização, têmpera, revenimento, austêmpera, martêmpera e coalescimento</li> <li>4. Tratamentos termo-químicos: cementação, nitretação, cianetração</li> <li>5. Aplicações de tratamentos térmicos a aços: diagrama Fe-C, curvas TTT e TRC</li> <li>6. Tratamento térmicos de ligas não ferrosas: alumínio, cobre, magnésio, titânio.</li> <li>7. Tratamentos de Superfície</li> <li>8. Equipamentos e atmosferas de tratamentos térmicos</li> </ol>		
<b>BIBLIOGRAFIA:</b>	<p>[1] CHIAVERINI, V. – <i>Tratamentos Térmicos das Ligas Metálicas</i>. 1a. ed., Editora Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, São Paulo-SP, 2003.</p> <p>[2] Paulo Sergio de Freitas - <i>Tratamento Térmico dos Metais</i> - Editora: SENAI - SP EDITORA.</p> <p>[3] ASM Handbook – Heat Treatment – Volume 4, 1991.</p> <p>[4] William D. Callister Jr. e David G. Rethwisch – <i>Ciência e Engenharia de Materiais – Uma Introdução</i> – Editora LTC – Oitava Edição - 2008.</p> <p>[5] William F. Smith e Javad Hashemi – <i>Fundamentos de Engenharia e Ciência dos Materiais</i> – Editora McGraw-Hill – Quinta Edição – 2012.</p> <p>[6] André Luiz V. da Costa e Silva e Paulo Roberto Mei – <i>Aços e Ligas Especiais</i> - Editora Edgard Blucher – 2ª. Edição revista e ampliada – 2006.</p>		

## FICHA DE NOVO COMPONENTE CURRICULAR DA PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* - UFPE

<b>NOME DO PROGRAMA:</b>	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica
<b>CENTRO:</b>	CTG

DADOS COMPLEMENTARES PARA O PROGRAMA				
<b>NOME DO DOCENTE RESPONSÁVEL</b>	José Ângelo Peixoto da Costa			
<b>OFERTA:</b>	( ) 1º semestre	( X ) 2º semestre	( ) 1º e 2º semestres	
<b>COMPONENTE DO</b>	( X ) mestrado	( X ) doutorado		
<b>OBRIGATÓRIA</b>	( ) sim	( X ) não		
<b>CARGA HORÁRIA:</b>	<b>TEÓRICAS:</b>	45 hs	<b>PRÁTICAS:</b>	10hs
<b>COMPONENTE PRÉ-REQUISITO</b>	<b>CÓDIGO:</b>		<b>NOME:</b>	

DADOS DO COMPONENTE				
<b>NOME DO COMPONENTE:</b>	Tópicos Especiais em Energia II (EDS (Engineering Data Science))			
<b>CARGA HORÁRIA:</b>	45 hs	<b>TIPO DE COMPONENTE:</b>	( X ) disciplina	( ) atividade
		<b>COMPONENTE FLEXÍVEL:</b>	( ) sim	( ) não
<b>EMENTA</b>	<p>Introdução a ciência de dados; Fundamentos; Aprendizado de máquina para engenharia; Redes Neurais e DeepLearning para engenharia.</p> <p><b>Objetivo:</b> Capacitar o aluno na resolução de problemas de engenharia envolvendo dados de diversas fontes aplicados a engenharia mecânica.</p> <p><b>Justificativa:</b> O acesso a grandes volumes de dados, seja vindo de experimentos, simulações CFD ou base de dados de manutenção e/ou produção, com informações críticas e que muitas vezes o engenheiro é incapaz de conseguir extrair informações úteis para diversos problemas de engenharia.</p> <p><b>Conteúdo programático:</b></p> <p>1 – Introdução e aplicação da ciência de dados para engenharia: Histórico; Aplicações e Perspectivas futuras.</p> <p>2 – Fundamentos:</p> <p>2.1 – Introdução à programação em Python</p> <p>2.2 – Estatística para análise de dados em engenharia</p> <p>2.3 – Análise Exploratória de Dados: Extração e manipulação de dados</p> <p>2.4 - Solução de problemas de engenharia aplicados a ciência de dados:</p>			

- 2.4.1 Extração e manipulação de dados de BD de manutenção industrial
- 2.4.2 Análise Exploratória de dados de consumo energético industrial
- 2.4.3 Extraíndo dados de simulação CFD(Computational Fluid Dynamics)

3 – Aprendizado de Máquina para engenharia.

3.1 – Aprendizado Supervisionado

3.1.1 – Regressões – Regressão linear; Regressão polinomial;

3.1.2 – Classificadores – KNN; SVM; Regressão logística

3.2 – Aprendizado Não-Supervisionado

3.2.1 - Redução de dimensionalidade (PCA – Análise de componentes principais)

3.2.2 – Clustering – K-Means; DBscan

3.3 – Métodos de Ensemble

3.3.2 – Bagging – Florestas aleatórias

3.3.3 – Boosting – XGBoost;

4 – Redes neurais e DeepLearning para engenharia

4.1. MLP - Perceptrons

4.2. CNN(Convolutational Neural Networks) - DCNN

4.3. RNN(Recurrent Neural Networks) – LSM;LSTM;

4.4. Autoencoders – seq2seq

**Método de avaliação:** Trabalho de simulação de conceitos fundamentais; Apresentação de trabalho final no formato de artigo científico ou patente. A nota será a média aritméticas das avaliações.

**REFERÊNCIAS:**

**Básicas:**

GERON, A. Mãos à obra: aprendizado de máquina com Scikit-Learn, Keras & TensorFlow: Conceitos, ferramentas e técnicas para a construção de sistemas inteligentes. O’Reilly Media, 2021.

BRUCE, A. & BRUCE,P. Estatística prática para cientistas de dados: 50 conceitos essenciais. O’Reilly Media, 2019.

GRUS, J. Data Science do zero\_ Primeiras regras com o Python. Alta Books,2016.

McKinney, W.Python para análise de dados. O’Reilly Media, 2018.

HARRISON,M. Machine Learning – Guia de Referência Rápida: Trabalhando com Dados Estruturados em Python. O’Reilly Media, 2019.

ALBON, C. Machine learning with Python cookbook: Practical solutions from preprocessing to deep learning. O’Reilly Media, 2018.

**Complementares:**

NIELSEN,A. Análise Prática de Séries Temporais: Predição com Estatística e Aprendizado de Máquina. O’Reilly Media, 2021.

MARSLAND, S. Machine learning: An algorithmic perspective. CRC Press, 2011.

MÜLLER, A.; C, M.; GUIDO, S. Introduction to machine learning with Python: A guide for data scientists. O'Reilly Media, 2016.

RASCHKA, S. Python machine learning. Packt Publishing, 2015.

ZHENG, A.; CASARI, A. Feature engineering for machine learning: Principles and techniques for data scientists. O'Reilly Media, 2018.

## FICHA DE NOVO COMPONENTE CURRICULAR DA PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* - UFPE

<b>NOME DO PROGRAMA:</b>	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA - PPGEM
<b>CENTRO:</b>	TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS - CTG

DADOS COMPLEMENTARES PARA O PROGRAMA			
<b>NOME DO DOCENTE RESPONSÁVEL</b>	Paulo Roberto Maciel Lyra & Ramiro Brito Willmersdorf		
<b>OFERTA:</b>	<input type="checkbox"/> 1º semestre <input checked="" type="checkbox"/> 2º semestre <input type="checkbox"/> 1º e 2º semestres		
<b>COMPONENTE DO</b>	<input checked="" type="checkbox"/> mestrado <input type="checkbox"/> doutorado		
<b>OBRIGATÓRIA</b>	<input type="checkbox"/> sim <input checked="" type="checkbox"/> não		
<b>CARGA HORÁRIA:</b>	<b>TEÓRICAS:</b>	45hs	<b>PRÁTICAS:</b> 0hs
<b>COMPONENTE PRÉ-REQUISITO</b>	<b>CÓDIGO:</b>		<b>NOME</b> :

DADOS DO COMPONENTE			
<b>NOME DO COMPONENTE:</b>	Tópicos Especiais em Energia III (Modelagem Computacional de Dutos com Amassamento)		
<b>CARGA HORÁRIA:</b>	45hs	<b>TIPO DE COMPONENTE:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> disciplina <input type="checkbox"/> atividade
		<b>COMPONENTE FLEXÍVEL:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não

### EMENTA

O curso proporcionará conhecimentos sobre análise de tensões em dutos com defeitos de amassamento, considerando análise não-linear física e geométrica, através de modelagem computacional, para tubulações utilizadas no transporte de hidrocarbonetos.

**Objetivo:** Proporcionar ao aluno informações necessária à compreensão do fenômeno de amassamento, análise de tensões e seus efeitos e consequências. Assim como, a utilização das normas técnicas e da modelagem e simulação computacional no estudo da integridade estrutural de dutos com defeitos de amassamento.

**Justificativa:** A modelagem computacional se apresenta como uma alternativa e complemento às análises teóricas e experimentais, permitindo flexibilidade e respostas precisas com custos e tempo compatíveis com a tomada de decisão de projetos mecânicos.

**Conteúdo programático:**

Tubulações para o transporte de hidrocarbonetos: fundamentos, materiais, carregamento de pressão externa, inspeções;

Defeitos em tubulações: mecanismos de degradação, corrosão -- mecanismos e tipos, danos mecânicos;

	<p>“Fitness for service”: avaliação da segurança operacional de tubulações: normas e métodos avançados;  Técnicas de reparo em tubulações: reposição de trechos, soldagens de camisas e patches;  Modelagem via Elementos Finitos: revisão da teoria, modelagem geométrica, geração de malhas, problemas de elasticidade linear bi e tridimensionais, modelos de casca;  Modelagem não linear: não linearidade geométrica e de material, problemas de contato;  Modelagem de tubulações com defeitos via Elementos Finitos: tubulações íntegras, criação e análise de defeitos de amassamento por especificação direta da geometria, criação e análises de defeitos criados por simulação de punção;</p> <p><b>Método de avaliação:</b></p> <p><b>N1 (Peso 4):</b> Trabalho teórico: Introdução apresentando a problemática de dutos com defeito de amassamento; Revisão bibliográfica; Motivação e Justificativa da utilização da modelagem computacional e Metodologia. Com defesa.</p> <p><b>N2 (Peso 6):</b> Estudos de casos de dutos com defeito de amassamento, com defesa.</p> <p><b>NFinal:</b> [(N1 x 40) + (N2 x 60) ] / 100</p>
<p><b>REFERÊNCIAS:</b></p>	<p><b>Básicas:</b></p> <p>Finite Element Simulations with Ansys Workbench 2021, Theory, Applications, Case Studies, Huei-Huang Lee. SDC Publications, 2021.</p> <p>PDAM -The Pipeline Defect Assessment Manual, A. Cosham, P. Hopkins, Materials Science, 2002.</p> <p>Piping and Pipeline Engineering: Design, Construction, Maintenance, Integrity, and Repair, G. A. Antaki, L. Faulkner, CRC Press, 2003.</p> <p><b>Complementares:</b></p> <p>American Petroleum Institute, API 1156, Effects of Smooth And Rock Dents On Liquid Petroleum Pipelines, 1997 Edition.</p> <p>American Society of Mechanical Engineers, ASME B31.4, Liquid Transportation System for Hydrocarbons, Liquid Petroleum Gas, Anhydrous Ammonia and Alcohols, 2016 Edition.</p> <p>American Society of Mechanical Engineers, ASME B31.8, Gas Transmission and Distribution Piping Systems, 2016 Edition.</p> <p>API 1156, 1999, Effects of Smooth and Rock Dents on Liquid Petroleum Pipelines (Phase II), American Petroleum Institute.</p>



## FICHA DE NOVO COMPONENTE CURRICULAR DA PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* - UFPE

<b>NOME DO PROGRAMA:</b>	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica
<b>CENTRO:</b>	v

DADOS COMPLEMENTARES PARA O PROGRAMA				
<b>NOME DO DOCENTE RESPONSÁVEL</b>	José Ângelo Peixoto da Costa			
<b>OFERTA:</b>	<input type="checkbox"/> 1º semestre	<input checked="" type="checkbox"/> 2º semestre	<input type="checkbox"/> 1º e 2º semestres	
<b>COMPONENTE DO</b>	<input checked="" type="checkbox"/> mestrado	<input checked="" type="checkbox"/> doutorado		
<b>OBRIGATÓRIA</b>	<input type="checkbox"/> sim	<input checked="" type="checkbox"/> não		
<b>CARGA HORÁRIA:</b>	<b>TEÓRICAS:</b>	35 hs	<b>PRÁTICAS:</b>	10hs
<b>COMPONENTE PRÉ-REQUISITO</b>	<b>CÓDIGO:</b>		<b>NOME:</b>	

DADOS DO COMPONENTE				
<b>NOME DO COMPONENTE:</b>	Simulação Multifísica FSI (Fluid Structure Interaction) – PEM932			
<b>CARGA HORÁRIA:</b>	45 hs	<b>TIPO DE COMPONENTE:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> disciplina	<input type="checkbox"/> atividade
		<b>COMPONENTE FLEXÍVEL:</b>	<input type="checkbox"/> sim	<input type="checkbox"/> não
<b>EMENTA</b>	<p>Introdução ao FSI; Elementos finitos, análise estática, análise dinâmica, fadiga; Métodos dos volumes finitos; Interação Fluido Estrutura; Aplicações.</p> <p><b>Objetivo:</b> Capacitar o aluno na resolução de problemas de engenharia envolvendo a Dinâmica dos Fluidos Computacional acoplado a problemas estruturais.</p> <p><b>Justificativa:</b> Muitos problemas de engenharia necessitam de uma abordagem acoplada de múltiplas física como é o caso do acoplamento de problemas estruturais com a Dinâmica dos Fluidos Computacional.</p> <p><b>Conteúdo programático:</b></p> <p>1 – Introdução e aplicação Simulação FSI (Fluid Structure Interaction): Histórico; Aplicações e Perspectivas futuras.</p> <p>2 – Introdução à Análise Estrutural FEA (Finite Element Analys) Histórico; Modelagem CAD; Geração da malha; Condições de contorno; Pós-Processamento.</p> <p>2.1 – Discretização de equações diferenciais</p> <p>2.2 - Método dos Elementos Finitos: ELEMENTOS 1D, 2D,3D</p> <p>2.3 - Planejamento da simulação: domínio computacional, malha, física do</p>			

problema e pós processamento

2.4 - Solução de problemas de engenharia aplicados ao FEA:

2.4.1 Treliças e vigas

2.4.2 Chapas e elementos de casca (vasos de pressão)

2.4.3 Concentração de tensão e singularidade numérica

2.4.4 Análise de transferência de calor

2.4.5 Análise não linear ( grandes deformações, plasticidade, materiais anisotrópicos)

2.4.6 Análise dinâmica

2.4.7 Análise de fadiga

2 – Introdução à Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD):Histórico;Modelagem CAD ; Geração da malha; Condições de contorno; Pós-Processamento.

2.1 – Simulação 2D Elbow

2.2 – Simulação Equipamento de Mistura

2.3 – Simulação de Feixe de tubos de trocador

2.4 – Análise CHT (Conjugate Heat Transfer)

2.5 – Simulação Perfil aerodinâmico NACA 0012

2.6 – escoamento turbulento (modelos de turbulência)

3 – Simulação FSI (Fluid Structure Interaction)

3.1. Introdução às abordagens – Análise de uma via (1-way) e análise de duas vias (2-way)

3.2. Co-simulação – Geometria e Malhas

3.3. Co-simulação – Configuração FEA, CFD e System Coupling

3.4. Co-simulação – Análise de convergência de resultados

4 – Aplicações FSI

4.1. Análise de Tensões Térmicas de tubulações (1-way);

4.2. Análise FSI de Perfil NACA 0012 (1-way);

4.3. Análise FSI de Flap hiperelástico (2-way);

4.4. Análise FSI de Coletor de Exaustão Automotivo (2-way).

**Método de avaliação:** Trabalho de simulação de conceitos fundamentais; Apresentação de trabalho final no formato de artigo científico ou patente. A nota será a média aritméticas das avaliações.

## REFERÊNCIAS:

### Básicas:

KIM, N., H; SANKAR, B. V. **Introdução à Análise e ao Projeto em Elementos Finitos**. 1ª ed. LTC, 2011.

AVELINO, A. **Elementos Finitos a Base da Tecnologia CAE**, 5ª ed. Érica, 2007.

Maliska, C. R. **Transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

Fortuna, A. O. **Técnicas computacionais para dinâmica dos fluidos**. São Paulo: EDUSP, 2000.

Versteeg, H. K.; Malalasekera, W. **An introduction to computational fluid dynamics, the finite volume method**. 2. ed. Harlow, England: Pearson, 2007.

### Complementares:

Patankar, S. V. **Numerical heat transfer and fluid flow**. New York: Hemisphere, 1980.

Anderson, J.D. Jr. **Computational Fluid Dynamics - The Basics with Applications**, 1995, McGraw-Hill.

Ferziger, J.H. e PERIC, M. **Computational Methods for Fluid Dynamics**, 2002, Springer-Verlag.

Fish, j., Belytschko, T. Um primeiro Curso em Elementos Finitos, 1ª ed. LTC, 2009.

Soriano, H. L. **Elementos finitos – Formulação e Aplicação na Estática e Dinâmica das Estruturas**. 1ª ed. Ciência Moderna, 2009.

Logan. D. L. **A First Course in the Finite Element Method**. Cengage Learning; 6ª ed, 2016.

Vaz, L. E. **Método dos elementos finitos em análise de estruturas**. 1ª ed. Campus, 2011.

Cook, R. D. **Finite Element Modeling for Stress Analysis**, John Wiley & Sons, 1995.