

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

**Projeto Pedagógico do Curso de Pós Graduação *Strictu Sensu* em
Engenharia Mecânica
Atualização em 26/06/2023**

NATAL/RN

2023

1. Dados de Identificação

Nome: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

Área de conhecimento: Engenharia Mecânica

Habilitação: Mestre e Doutor em Engenharia Mecânica

Forma de oferta: Curso é ofertado de forma presencial no Campus Central da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Periodicidade da oferta: semestral.

2. Histórico e relevância do curso

O programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica (PPGEM) da UFRN foi criado em 1982, sendo o primeiro curso de mestrado do Centro de Tecnologia da UFRN. Sua proposta se concentrava na área de Termofluidos, com três linhas de pesquisa: a) Energia; b) Máquinas Térmicas; c) Mecânica dos Fluidos. Em 2005, foi apresentada à CAPES uma proposta de um curso de doutorado com duas áreas de concentração: a) Tecnologia de Materiais; b) Mecânica Computacional. O projeto foi aprovado para a área de concentração de Tecnologia de Materiais, iniciando as suas atividades em janeiro de 2006. Porém, o programa de doutorado foi descredenciado, em 2017, devido à existência de fragilidades no programa, como número excessivo de docentes colaboradores, com a necessidade de reestruturação das áreas de concentração, da estrutura curricular e do corpo docente, principalmente a necessidade da produção de artigos em periódicos qualificados.

O programa detectou, ainda em 2015, que precisava de uma ação reestruturante para continuar crescendo, e realizou durante aquele ano uma autoavaliação e um planejamento estratégico rigoroso e com o apoio da CAPES. O regimento sofreu alterações para reestruturar as áreas de concentração e linhas de pesquisa, colocando o programa em uma nova e crescente objetivando a sua consolidação.

É importante destacar a importância regional do PPGEM na formação dos discentes. Desde sua implantação até o momento foram concluídas 549 dissertações e 130 teses. Considerando a importância do PPGEM/UFRN no

âmbito nacional, nos últimos anos o mesmo firmou parcerias com universidades como a UFCG, UFPI, UNIFESP, UENF, UFERSA, UnB, EESC-USP, Escola Politécnica da USP, UFF, UENF, UFES e CTA, com projetos e publicações em periódicos de impacto entre pesquisadores destas instituições. No âmbito internacional também realizou parcerias com a Universidade de Kaiserslautern, a Universidade de Clausthal, a Universidade de Hamburg e a empresa Bracquisitions GmbH, todas localizadas na Alemanha; e a Faculdade de Engenharia do Porto, em Portugal, com intercâmbios entre discentes e pesquisas de interesse comum entre os pesquisadores destas universidades e o PPGEM.

Algumas ações de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em parceria com grandes empresas mostram a visibilidade e a relevância do atual programa no cenário nacional. Inicialmente, destaca-se o projeto “Uma nova concepção na produção de moldes para injeção de polímeros”, aprovado na Chamada Pública 01/2021 do ROTA 2030, em parceria com as empresas General Motors, Renault, Angra entre outras e universidades e institutos de pesquisa, como Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). O objetivo do referido projeto é desenvolver alternativas para os materiais tipicamente empregados em moldes para injeção de termoplásticos, com a redução da cadeia de produção, além da minimização dos custos operacionais e dos impactos ambientais. Outro projeto de relevância nacional é o “Avaliação do efeito de puncionamento criogênico na deformação residual da borda de corte e consequente capacidade de expansão de furo de aços para aplicação automotiva”, aprovado na Chamada CNPq n. 12/2020 (MAI/DAI), em parceria com a empresa ArcelorMittal (maior produtora de aços planos no mundo). Este projeto tem como objetivo avaliar a viabilidade do puncionamento de furos com a lubrificação criogênica de modo melhorar o desempenho de uma série de aços avançados de alta resistência em futuras operações de expansão de furos. Em ambos os projetos de pesquisa, além de recursos para o desenvolvimento tecnológico, inclusive com aporte das empresas, há bolsas de mestrado para discentes das instituições e oportunidades de interação com o setor produtivo em demandas efetivas da indústria brasileira para aumento da competitividade. Estas

são ações que evidenciam que os discentes, ao concluir o programa, têm uma formação sólida e estão aptos a trabalharem em empresas da área de Engenharia Mecânica com pesquisa ou empreenderem em empresas de suporte ao desenvolvimento científico e tecnológico.

A área de energias renováveis também tem se destacado no PPGEM. A tendência no Brasil é de estimular a implantação de parques de energia eólica e energia solar aproveitando-se do seu vasto potencial, devido principalmente a enorme área litorânea e o seu clima tropical, em especial na região Nordeste do país. A energia eólica despertou significativa atenção, principalmente no litoral do nordeste, pois a região possui grande potencial de produção de energia, já que apresentam adequadas condições climáticas, velocidade do vento constante e propício para produção de energia, mesmo em baixas altitudes, praticamente ao longo de todo o ano. Atualmente o Estado do Rio Grande do Norte é o responsável por quase 30% da capacidade de produção de energia eólica do país. Contudo, os geradores, as estruturas dos sistemas, os materiais avançados utilizados, o acoplamento do sistema eletroeletrônico à rede elétrica, as caixas de multiplicação de velocidade, a interação fluido-estrutura, constituem-se em elementos de tecnologias black-box (somente dados de entrada e de saída, sem acesso aos processos de funcionamento e/ou dimensionamento). Isso torna a exploração da energia eólica um processo de grande dependência internacional que aumenta em muito seu custo e mantém cativos de tecnologia estrangeira. Destacam-se como elementos de extrema relevância para o desenvolvimento de presente projeto a operação de diversos parques eólicos no Estado do Rio Grande do Norte (RN), gerando consigo demandas em pesquisa e formação de recursos humanos. Tem sido foco de pesquisas no PPGEM a caracterização de materiais aplicados a energia fotovoltaica ou solar (filmes finos) e nas estruturas de aerogeradores (compósitos laminados e híbridos). Também se iniciou estudos e pesquisas de estruturas compostos de materiais mais leves e menos corrosivos, geometrias mais eficientes, assim como a avaliação da dinâmica dos equipamentos na captação e transformação da energia otimizando máquinas e equipamentos tornando-os mais sustentáveis.

Em 2022, o PPGEM também ganhou visibilidade na área de projetos de aeronaves com a concessão de duas patentes, a primeira de um veículo aéreo não tripulável híbrido, que ganhou destaque no próprio site da CAPES (<https://bit.ly/3iawIAA>) e a segunda patente de um microvant (<https://ufrn.br/imprensa/reportagens-e-saberes/65892/minidrone-no-ar>), as duas com diversas possibilidades de aplicação industrial. Além destas duas patentes outra patente concedida ao PPGEM foi no desenvolvimento de um nanolubrificante com nanopartículas obtidas do óleo de girassol (<https://ufrn.br/imprensa/reportagens-e-saberes/66682/pitadas-de-girassol-na-engenharia-mecanica>) com aplicação na diminuição do atrito em componentes.

Ações de visibilidade e integração de docentes e discentes também foram realizadas pelo PPGEM. O “Seminário do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica” (SEPEM) teve a sua quarta edição realizada no ano de 2021. O evento é anual e busca promover a sinergia entre discentes (de pós-graduação e graduação), docentes e a sociedade, principalmente a indústria, com o compartilhamento de conhecimentos. Há sempre uma temática atual para a realização do evento. Como exemplo, em 2021, a temática foi “Engenharia Mecânica na Era da Sustentabilidade e da Indústria 4.0”. Outro evento relevante realizado pelos docentes do PPGEM foi o “Colóquio de Usinagem”, em 2015. O evento reuniu profissionais da indústria, docentes e discentes de vários programas de Pós-graduação do Brasil envolvidos com a área de manufatura para debater os avanços tecnológicos na academia e na indústria. Contudo, o maior evento suportado pelo PPGEM foi o “International Congress of Mechanical Engineering” (COBEM 2011). Este evento teve mais de 1500 participantes e 30 palestras, como inúmeros palestrantes internacionais das mais diferentes áreas da Engenharia Mecânica. A realização dos eventos citados evidencia claramente o engajamento do programa em ações de visibilidade nacional e internacional.

Baseado no descrito anteriormente, o egresso apresenta uma sólida formação e perfil dinâmico com capacidade de pesquisa científica e tecnológica, aprofundando-se em pesquisas nas áreas de projeto, manufatura, materiais e termociências. Ele também possuiu grande capacidade de identificar e

solucionar os problemas apresentados nas áreas estudadas, usando abordagem interdisciplinar, tanto em ambiente acadêmico quanto industrial. Espera-se também que estes profissionais sejam capazes de inovar e aprimorar sua prática docente, tornando-a crítica, reflexiva e transformadora. Em função da estreita relação com projetos de pesquisa integrados com empresas, outro aspecto relevante para o egresso do PPGEM é ter os fundamentos teóricos que viabilizem integrar ou incubar empresas de tecnologia de forma mitigar os diferenciais de distribuição de renda na região e no país.

A estrutura curricular do PPGEM/UFRN é formatada para oferecer disciplinas semestrais, permitindo ao discente concluir todos os créditos em dois semestres. O programa oferece um rol de 31 disciplinas, destas 8 disciplinas na área de Projetos e Manufatura e 5 disciplinas na área de Energia, meio ambiente e fenômenos dos transportes são básicas e 18 disciplinas são específicas. Além dessas, são oferecidas disciplinas de formação acadêmica ligadas à metodologia da pesquisa científica, formação pedagógica e atividades de acompanhamento e desenvolvimento das dissertações de mestrado, as quais são comuns à todas as áreas. Cada disciplina contabiliza a carga horária de 60 horas, devendo o(a) discente cumprir no mínimo uma carga horária de disciplinas de 360 horas com a disciplina de Metodologia da Pesquisa Científica como obrigatória, além disso, existem outras atividades obrigatórias como a Proficiência em Língua Inglesa, o Exame de Qualificação e a Defesa de Dissertação.

3. Objetivos

O objetivo do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFRN é formar mestres e doutores em Engenharia Mecânica, aptos a atuarem na área de pesquisa aplicada à indústria, aos centros de pesquisa e às Instituições de Ensino Superior e Institutos Federais, contribuindo com a descentralização da pesquisa e com o desenvolvimento tecnológico regional. Além desse, pode-se citar como objetivos específicos:

- Estudar e desenvolver técnicas que contribuam para o desenvolvimento da tecnologia nacional ajustada às necessidades de mercado;

- Proporcionar sólida formação em nível de pós-graduação nas áreas de Engenharia Mecânica e afins aos discentes;
- Formação de docentes, integrando o ensino à pesquisa;
- Formação de pesquisadores na área com amplo embasamento científico;
- Consolidar a maturidade científica de orientadores e alunos.

4. Público-alvo e processo seletivo

O público-alvo do PPGEM são profissionais graduados em Engenharia Mecânica e áreas afins. O ingresso no programa se dará via processo seletivo divulgado em edital público específico disponibilizado através do site do programa (www.posgraduacao.ufrn.br/ppgem), no qual estará indicado o quantitativo de vagas ofertadas e os critérios adotados. Este edital de seleção é permanentemente revisado e atualizado pelo Colegiado do Programa. A seleção é feita através de uma comissão especialmente formada para este fim.

5. Organização Curricular

Considerando o último credenciamento que ocorreu no fim de 2022 e que entrou em vigor em 2023, o PPGEM possui duas áreas de concentração 1) Projeto e Manufatura; e 2) Energia, Meio Ambiente e Fenômenos de Transporte com um corpo docente com vinte e um docentes. Considerando as linhas de pesquisa, a seguir se descreve em maiores detalhes seus objetos de estudo.

1) Área de Projeto e Manufatura: A área de pesquisa Projeto e Manufatura busca propor, estudar e desenvolver tecnologias inovadoras para a melhoria e/ou criação de sistemas, produtos e processos, desde a análise da viabilidade até a montagem final e testes de campo, sempre levando em consideração demandas globais atuais, tais como economia de energia e recursos naturais, bem-estar humano, equidade social e preservação ambiental. Esta área possui três linhas de pesquisa, a saber:

a) Projetos Mecânicos: Esta linha de pesquisa foca as pesquisas na otimização de projetos, avaliando tanto aspectos estruturais que levam em conta o material como os carregamentos associados (como os exercidos por fluidos e calor), bem como a análise dimensional e suas consequências, aplicando conceitos inovadores relacionados à inteligência artificial como redes neurais, algoritmos genéticos, porém sem esquecer conceitos já consolidados como métodos dos elementos finitos e método dos volumes finitos na resolução de problemas. Por último, o estudo, a criação e seleção de novos materiais é um aspecto importante a ser estudado nesta linha de pesquisa.

b) Manufatura Avançada: A linha de pesquisa tem como propósito principal pesquisar e desenvolver tecnologias inovadoras visando à melhoria da eficiência e da produtividade de processos industriais, com vistas no fortalecimento da competitividade internacional das empresas brasileiras, sempre com zelo à sustentabilidade social, ambiental e econômica. Para tanto, apoia-se em conceitos e ideias contemporâneas nas áreas de processos de fabricação, materiais, produção e sustentabilidade. Exemplos de pesquisas são: a) manufatura criogênica; b) alteração de rotas e de materiais em processos produtivos; c) instrumentação de máquinas e equipamentos baseado nos conceitos da Indústria 4.0 (aplicação de transdutores, aquisição e processamento de dados para decisões baseadas em algoritmos e em tempo real); d) manufatura sustentável (minimizar o impacto ambiental de processos de manufatura de componentes mecânicos ou de resíduos); e) manufatura aditiva (com a possibilidade de novas soluções de engenharia em termos de geometria, materiais e propriedades mecânicas).

c) Tecnologia de Materiais Estratégicos: Esta linha tem por objetivo estudar o reaproveitamento e o desenvolvimento de materiais metálicos, cerâmicos, poliméricos ou compósitos, com aplicações em Engenharia Mecânica ou na conversão de energias alternativas renováveis ou não renováveis. Os temas de pesquisa desta linha abordarão desde o uso e o reaproveitamento sustentável de

matérias-primas, até o desenvolvimento e estudo de materiais estratégicos, suas características físicas e microestruturais, propriedades mecânicas, térmicas, elétricas, magnéticas, óticas e seu comportamento tribológico. Os temas de pesquisa da linha também abordarão aspectos ligados à engenharia de superfície, por meio do estudo de filmes de espessura variável sobre substratos diversos, com modificação de suas funcionalidades para fins compatíveis com o perfil do egresso e pertinência às metas do programa e suas áreas de concentração.

2) Área de Energia, Meio Ambiente e Fenômenos de Transporte: Nesta área se pretende conceder uma visão sistêmica do tema de conversão de energia, alinhados com a sustentabilidade, a mitigação do impacto ambiental das atividades humanas e o uso racional da matriz energética bem como considerando as múltiplas transformações da energia a fim de que ocorram de forma eficiente e eficaz.

a) Energias Renováveis e Meio Ambiente: são contemplados os subtemas: i) projeto, instalação, geração, otimização e regulação de sistemas de geração de energia renováveis (eólica, biocombustíveis, solar, hidrogênio, dentre outros), considerando suas influências no meio ambiente, bem como o desenvolvimento e/ou aplicação de tecnologias de proteção, ao longo da cadeia de valor das fontes renováveis; ii) sistemas de medição, avaliação e monitoramento do meio ambiente, uso de indicadores ambientais e análises econômico-ambientais; e iii) análise de ciclo de vida de processos e produtos, processos oxidativos avançados para tratamento de efluentes e solos, reciclagem de materiais com recuperação de metais, biorrecuperação de áreas contaminadas, reaproveitamento de rejeitos minerais, e otimização de processos.

b) Fenômenos de Transporte: Esta linha compreende o estudo da transferência de energia, quantidade de movimento e matéria. Pesquisas relacionadas incluem modelamento da transferência de calor por radiação, condução e convecção para a simulação computacional de diversos fenômenos, tendo-se por diretrizes a sustentabilidade econômica, social e ambiental.

A estrutura curricular do PPGE M será composta de disciplinas obrigatórias, básicas e específicas, nas quais o discente será obrigado a totalizar 360 horas (6 disciplinas de 60h) para o curso mestrado; e de 540 horas (9 disciplinas de 60h) para o curso de doutorado. As disciplinas de Metodologia da Pesquisa e Estatística são consideradas obrigatórias para todos os discentes do programa. Para o caso das disciplinas básicas, os discentes serão obrigados a contabilizar 60 horas no mestrado e 120 horas no doutorado. Apresenta-se nas Tabelas 1 e 2 a estrutura curricular da proposta para o doutorado e mestrado do PPGE M.

Tabela 1 - Disciplinas/Atividades obrigatórias e básicas do PPGE M

DISCIPLINAS/ATIVIDADE	NÍVEL	HORAS/AULA
Metodologia da Pesquisa (obrigatória)	M/D	60
Estatística Aplicada à Engenharia (obrigatória)	M/D	60
Área de Projeto e Manufatura		
Engenharia de Superfície	M/D	60
Comportamento Mecânico e Mec. de Fratura dos Materiais	M/D	60
Aspectos Avançados em Usinagem	M/D	60
Seleção e Especificação de Materiais	M/D	60
Método dos Elementos Finitos	M/D	60
Mecânica dos Compostos Fibrosos	M/D	60
Projeto e Manufatura Assistida por Computador	M/D	60
Fundamentos da Tribologia	M/D	60
Área de Energia, Meio Ambiente e Fenômenos de Transporte		
Análise Exergoeconômica e Exergoambiental	M/D	60
Energias Renováveis	M/D	60
Mecânica dos Fluidos Avançada	M/D	60
Termodinâmica Aplicada	M/D	60
Transferência de Calor	M/D	60
Estágio à Docência	M/D	ATIVIDADE
Proficiência em Língua Inglesa	M/D	ATIVIDADE
Exame de Qualificação de Mestrado	M	ATIVIDADE
Dissertação de Mestrado	M	ATIVIDADE
Proficiência em uma segunda língua	D	ATIVIDADE
Exame de Qualificação de Doutorado	D	ATIVIDADE
Tese de Doutorado	D	ATIVIDADE

Tabela 2 - Disciplinas específicas previstas do PPGEM

Disciplinas/Atividade	Nível	Horas/Aula
Métodos Matemáticos	M/D	60
Diagrama de Fases	M/D	60
Docência no Ensino Superior	M/D	60
Introdução aos Materiais Compósitos	M/D	60
Propriedades Mecânicas de Materiais Avançados	M/D	60
Inteligência Computacional Aplicada	M/D	60
Metalurgia do Pó e Sinterização	M/D	60
Tratamentos Termiquímicos	M/D	60
Tópicos Especiais em Energia	M/D	60
Tópicos Especiais em Fabricação Mecânica	M/D	60
Tópicos Especiais em Projetos Mecânicos	M/D	60
Tópicos Especiais em Meio Ambiente	M/D	60
Tópicos Especiais em Tecnologia dos Materiais I	M/D	60
Tópicos Especiais em Tecnologia dos Materiais II	M/D	60
Tópicos Especiais em Termociências I	M/D	60
Tópicos Especiais em Termociências II	M/D	60

6. Perfil do Egresso

É esperado que o profissional egresso do PPGEM apresente um perfil dinâmico e inovador em termos de capacidade de pesquisa científica e tecnológica, com visão ampla em alguma(s) das linhas de pesquisa do programa. Também deve possuir capacidade de identificar e solucionar problemas apresentados nas áreas estudadas, usando abordagem interdisciplinar, tanto em ambiente acadêmico quanto industrial. Espera-se também que estes profissionais sejam capazes de inovar e aprimorar sua prática docente, tornando-a crítica, reflexiva e transformadora.

7. Ementas das Disciplinas

Componentes comuns a todas as linhas de pesquisa.

Componente Curricular: Metodologia da Pesquisa
Ementa: Fundamentos da Metodologia Científica. A Comunicação Científica. Métodos e técnicas de pesquisa. Pesquisa bibliográfica. Normas para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos (Normas ABNT). O Projeto de Pesquisa. Elaboração de artigos científicos e patentes.
Referências: 1. Andrade, M.M. de., “Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas”, São Paulo, Atlas, 1995. 2. Barrass, R., “Os cientistas precisam escrever: guia de redação para cientistas, engenheiros e estudantes”, 1ª Ed., Tradução Leila Novaes e Leônidas Hegenberg, São Paulo, T.ª Queiroz, EDUSP, 1979. 3. KÖCHE, José Carlos. Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 26. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

4. LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 1991. 270 p.
5. Cervo, ^aL.; Brevian, P. ^a, “Metodologia Científica”, 4 ed., São Paulo, Makron Books, 1996.
6. Eco, H., “Como se faz uma tese”, 12 ed., São Paulo, Ed. Perspectiva, 1995.
7. Vargas, M., “Metodologia da pesquisa tecnológica”, Rio de Janeiro, Ed. Globo, 1985.

Componente Curricular: Docência no Ensino Superior

Ementa:

Diretrizes curriculares e propostas pedagógicas de cursos superiores. Perfil do professor universitário: articulação ensino, pesquisa e extensão. O ensino universitário e os processos de ensino e aprendizagem. Processos de ensino e aprendizagem de jovens e adultos: planejamento, metodologias e avaliação. Habilidades docentes para uma efetiva ação pedagógica na sala de aula universitária. Regulamentação da docência assistida na UFRN. Plano e relatório de Atuação.

Referências:

1. ANASTASIOU, Léa das Graças Camargo; ALVES, Leonir Pessate Alves (Org.). Processos de ensinagem na universidade: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. Joinville, SC: UNIVILLE, 2004.
2. BRASIL. Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei 9394/1996. Brasília: 1996. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em 06 fev. 2014.
3. BRASIL. MEC LEGIS. Brasília: 2013. Disponível em: <meclegis.mec.gov.br>.
4. BORDENAVE, J. D.; PEREIRA. A. M. Estratégias de ensino-aprendizagem. Petrópolis: Vozes, 2001

Componente Curricular: Estatística aplicada à Engenharia

Ementa:

Introdução: importância da estatística na engenharia. Aplicações práticas. Estatística-engenharia-controle de qualidade. Tratamento estatístico de dados: tipos de diagrama. Distribuição de frequências, média, variância. Probabilidade: Conceitos fundamentais. Teoremas e axiomas elementares da probabilidade. Esperança. Distribuição e Densidade de Probabilidade: variáveis aleatórias. Distribuições binomial, hipergeométrica, geométrica e multinomial. Variáveis aleatórias contínuas. Distribuição normal, uniforme, Log normal, gama, beta, Weibull, testes de normalidade. Testes de Hipóteses: Hipótese nula, significância, intervalos de confiabilidade. Análise de Variância: Comparações múltiplas. Projeto experimental. Análise de covariância. Ajustes de curvas. Experimentos fatoriais: Experimentos 2n, apresentação gráfica, réplicas, experimentos fatoriais confundidos, experimentos fracionados, resolução, tamanho de amostras. Técnica Taguchi: princípio, aplicação. Seminários.

Referências:

1. BOX, George E. P; HUNTER, William G; HUNTER, J. Stuart. **Statistics for experimenters: an introduction to design, data analysis and model building**. New York: J. Wiley, 1967. 653 p. (Wiley series in probability and mathematical statistics) ISBN: 0471093157.
2. MONTGOMERY, Douglas C; RUNGER, George C. **Applied statistics and probability for engineers**. 4th ed. Hoboken, NJ: Wiley, c2007. xvi, 768 p. ISBN: 9780471745891
3. BIPM IEC IFCC ISO IUPAC IUPAP OIML 1995 **Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement**(Geneva, Switzerland: International Organisation for Standardisation) ISBN 92-67-10188-9BARROS
4. NETO, Benício de; SCARMINIO, Ieda Spacino; BRUNS, Roy Edward. **Planejamento e otimização de experimentos**. 2.ed. Campinas: Ed. da UNICAMP, 1996. 299 p.
5. BARROS NETO, Benício de; SCARMINIO, Ieda Spacino; BRUNS, Roy Edward. **Planejamento e otimização de experimentos**. Campinas, SP: UNICAMP, 1995. 299 p. (Série Manuais) ISBN: 8526803360.

Componente curricular: Métodos Matemáticos
Ementa: Equações diferenciais de primeira Ordem. Variáveis Separáveis. Diferencial exato. Fatores de Integração. Equações diferenciais de Segunda Ordem. Equações homogêneas e não homogêneas. Solução por Séries. Equação de Legendre. Polinômios de Legendre. Equações de Bessel. Funções de Bessel. Problemas de valor inicial e de contorno. Problemas de Sturm-Louville. Autovalores e Autofunções. Ortogonalidade. Funções de Laplace. Séries e Transformadas de Fourier. Equações Diferenciais Parciais: Separação de Variáveis. Equação da Onda. Solução de D’Alambert. Equação do Calor. Soluções por Transformada Integral (Fourier e Laplace). Seminários. Referências: 1. Kreyszig, E., Advanced Engineering Mathematics, 9th Edition, John Wiley & Sons, New York. 2. Gene, H., Golub, C.F., Van Loan; Matriz Computations, John’s Hopkins Studies in Mathematical Sciences, 3rd. Edition.

Componentes curriculares da área de Projetos e Manufatura

Componente Curricular: Aspectos Avançados em Usinagem
Ementa: Formação do cavaco. Modelos de formação do cavaco. Técnicas para o estudo da formação do cavaco. Interface cavaco-ferramenta. Tipos e formas de cavacos. Integridade da superfície usinada. Forças, tensões e deformações em usinagem. Balanço de energia no processo de corte. Tribologia das interfaces cavaco-ferramenta e ferramenta-peça. Calor e temperatura em usinagem. Materiais para ferramentas de corte. Aspectos metalúrgicos, microestruturais e desempenho de ferramentas de aço-rápido, metal duro, cerâmicas e ultraduros. Influência da geometria da ferramenta na vida desta e no processo de remoção do cavaco. Melhorias nas condições tribológicas da interface. Lubrificantes líquidos, sólidos, gasosos, criogênicos e mistos. Revestimentos. Melhoria pela modificação das propriedades do material da peça. Usinabilidade de diversos materiais de engenharia. Usinagem a altas velocidades (<i>High Speed Machining</i>). Referências: 1. TRENT, E. M.; WRIGHT, P. K. <i>Metal Cutting</i>. 4th edition. Boston: Butterworth-Heinemann, 2000. 446 p. 2. ASTAKHOV, V. P. <i>Tribology of Metal Cutting</i>. 1st edition. Amsterdam: Elsevier, 2006. 392 p. 3. MACHADO, A. R.; ABRÃO, A. M.; COELHO, R. T.; DA SILVA, M. B. <i>Teoria da Usinagem dos Materiais</i>. 3^a edição. São Paulo, 2015. 408 p. 4. DINIZ, A. E.; MARCONDES, F. C.; COPPINI, N. L. <i>Tecnologia da Usinagem dos Materiais</i>. 8^a edição. São Paulo, 2013. 272p.

Componente Curricular: Fundamentos da Tribologia
Ementa: Atrito e sua contextualização dissipativa. Atrito entre materiais utilizados na engenharia mecânica. Desgaste: terminologia, mecanismos e sistematização do estudo. Estimativa de taxas de desgaste. Mapas de desgaste. Lubrificantes e lubrificação. Referências: 1. Zum Ghar, K.H.; 1987, "Microstructure and Wear of Materials", Elsevier, Amsterdam, Holland 2. Hutchings, I.M.; 1992, "Tribology: Friction and Wear of Engineering Materials, CRC Press, London, UK. 3. Rabinowicz, E.; 1995, "Friction and Wear of Materials", 2nd Ed. John Wiley & Sons. 4. Artigos Científicos

Componente Curricular: Metalurgia do Pó e Sinterização
Ementa: Uma abordagem geral do problema. Técnicas de produção de pós. Caracterização do pó. Compactação de pós metálicos e cerâmicos. Sinterização sólida. Sinterização por fase líquida. Outros processos de sinterização. Equações fenomenológicas de sinterização. Caracterização, propriedades e processos adicionais dos materiais sinterizados. Aplicações da tecnologia do pó. Seminários.
Referências: 1. German, R.M., “Powder Metallurgy Science”, American Powder Metallurgy Institute, 1984. 2. German, R.M., “Liquid Phase Sintering”, Plenum Press, 1985. 3. Lenel, F.V., “Powder Metallurgy Principles and Applications”, Metal Powder Industries Federation, USA, 1980. 4. Hirschhorn, J.S., “Introduction to Powder Metallurgy”, American Powder Metallurgy Institute.

Componente Curricular: Projeto e Manufatura Assistida por Computador
Ementa: Criação de formas livres com sistemas CAD, modelagem de curvas e superfícies paramétricas (interpolação, Bézier e Splines), <i>features</i> de fabricação e <i>features</i> de projeto. Projeto para manufatura (DFM). Conceitos de máquinas-ferramenta CNC. Programação de máquinas-ferramenta CNC. Desenvolvimento de estratégias de torneamento, fresamento e furação em sistemas CAM. Simulação e pós-processamento de estratégias de usinagem. Interfaces do comando numérico, transferência e execução de programas. Determinação de custos de manufatura (produção em lotes).
Referências: 1. CONCI, Aura; AZEVEDO, Eduardo; LETA, Fabiana Rodrigues. Computação gráfica: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 407 p. 2. LEE, Kunwoo. Principles of CAD/CAM/CAE systems. Reading: Addison-Wesley, c1999. xviii, 582 p. 3. MACHADO, Álisson Rocha et al. Teoria da usinagem dos materiais. 2 ed. São Paulo: Ed. Blucher, 2011. 397 p. 4. XU, Xun. Integrating advanced computer-aided design, manufacturing, and numerical control: principles and implementations. Hershey, PA: Information Science Reference, 2009. xxiv, 397 p. 5. SOUZA, Adriano Fagali de; ULBRICH, Cristiane Brasil Lima. Engenharia integrada por computador e sistemas CAD/CAM/CNC: princípios e aplicações. São Paulo: Artliber Ed, 2009. 332 p. 6. MATTSON, Mike. CNC programming: principles and applications. Clifton Park, NY: Delmar, Cengage Learning, c2010. xv, 372 p. 7. DINIZ, Anselmo Eduardo; MARCONDES, Francisco Carlos; COPPINI, Nivaldo Lemos. Tecnologia da usinagem dos materiais. 4 ed. São Paulo: Artliber, 2003. 248p. 8. SWIFT, K. G; BOOKER, J. D. Process selection: from design to manufacture. 2 ed. Oxford: Butterworth Heinemann, 2003. xvi, 316 p. 9. GRZESIK, Wit. Advanced machining processes of metallic materials: theory, modelling and applications. 1ed. Amsterdam: Elsevier, 2008. xxvi, 446 p.

Componente Curricular: Dinâmica e Controle de Sistemas Mecânicos
Ementa: Sistemas de referência inercial e móvel. Matrizes de transformação de coordenadas. Cinemática de

sistemas de múltiplos corpos. Equações de movimento pelo método de Newton-Euler. Equações de movimento pelo método de Lagrange. Cinética de sistemas de múltiplos corpos. Controle de sistemas mecânicos pelo método de linearização por realimentação. Introdução à robótica. Dinâmica e controle de manipuladores robóticos.

Referências:

1. Dynamics of Multibody Systems, Ahmed A. Shabana, 4 ed., Cambridge University Press, 2013.
2. Applied Dynamics: With Applications to Multibody and Mechatronic Systems, Francis C. Moon, 2 ed., Wiley-VCH, 2008.
3. Robot Modeling and Control, Mark W. Spong, Seth Hutchinson & M. Vidyasagar, 1 ed, Wiley, 2005.
4. Applied Nonlinear Control, Jean-Jacques Slotine & Weiping Li, Pearson, 1991.
5. Dinâmica de sistemas mecânicos, Ilmar Ferreira Santos, Makron, 2001.

Componente Curricular: Instrumentação e Análise de Sinais

Ementa:

Fundamentos de sistemas de medição. Análise de incerteza. Medição de deslocamento, velocidade, aceleração, força, pressão, vazão e temperatura. Condicionamento de sinais. Análise e processamento de sinais no tempo contínuo e no tempo discreto. Amostragem e reconstrução de sinais. Filtragem de sinais. Aplicações em engenharia mecânica.

Referências:

1. Richard S. Figliola & Donald E. Beasley, Teoria e Projeto para Medições Mecânicas, 4a Edição, LTC, 2007.
2. Alexandre Balbinot & Valner João Brusamarello, Instrumentação e Fundamentos de Medidas, vol. 1, 2a Edição, LTC, 2010.
3. Alexandre Balbinot & Valner João Brusamarello, Instrumentação e Fundamentos de Medidas, vol. 2, 2a Edição, LTC, 2011.
4. Edmar Gurjão, João Carvalho & Luciana Veloso, Introdução à Análise de Sinais e Sistemas, Elsevier, 2015.
5. Alan V. Oppenheim, Signals and Systems. 2nd Edition. Pearson. 2014.
6. Alan V. Oppenheim; R. W. Schafer, Discrete-time signal processing, 3rd. ed., Prentice-Hall, 2010.
7. Michael Weeks. Digital signal processing using Matlab and wavelets, Jones & Bartlett Learning, 2nd. ed., 2010.

Componente Curricular: Inteligência Computacional Aplicada

Ementa:

Introdução à inteligência computacional. Ferramentas de IC (redes neurais artificiais, algoritmos genéticos, algoritmos bio-inspirados, lógica fuzzy) e suas aplicações em engenharia mecânica.

Referências:

1. Neural Networks and Learning Machines, Simon Haykin, Prentic-Hall 3rd Edition, 2008
2. Fuzzy Logic with Engineering Applications, Timothy J. Ross, Jonh Wiley & Sons, 2004
3. A. E. Eiben, J. E. Smith: Introduction to Evolutionary Computing, Springer, 2003.
4. Flake, Gary William. The Computational Beauty of Nature. MIT Press, 1998.
5. Artigos em periódicos especializados.

Componente Curricular: Caracterização de materiais

Ementa:

Técnicas de preparação de amostras e caracterização microestrutural. Obtenção de imagens óticas e eletrônicas: microscopia ótica, eletrônica de varredura e eletrônica de transmissão. Análise química: EDS, WDS e fluorescência de raios-X. Análise cristalográfica: Difração de raios-X.

Aulas práticas e experimentais em laboratório.

Referências:

1. Scanning electron microscopy and X ray microanalysis, J. I. Goldstein, D. E. Newbury, P. Echlin, D. C. Joy, C. Fiori, E. Lifshin, Plenum Press, Nova York, EUA, 1981.
2. Microscopia eletrônica de varredura e microanálise, A. M. Maliska, Apostila de aulas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. (disponível online: <http://www.materiais.ufsc.br/lcm>), 2004.
3. ASM Handbook Volume 10: Materials Characterization, 9a. edição, Ed. R. E. Whan, ASM International, Materials Park, EUA, 1986.
4. Elements of X-ray diffraction, B. D. Cullity, Addison-Wesley, USA, 1978.

Componente Curricular: Introdução aos Materiais Compósitos

Ementa:

Definição e classificação dos materiais compósitos: conceitos básicos. Composição: matrizes e fibras. Principais propriedades dos materiais compósitos. Propriedades das interfaces. Parâmetros geométricos: percentual de fibras, resina e vazios. Módulos: regra das mesclas. Aspectos da microestrutura. Propriedades elásticas das lâminas. Mecanismo de fratura. Seminários.

Referências:

1. Hull, D., "An Introduction to Composite Materials", Ed. Cambridge University Press, 1986.
2. Handbook of Composite, Ed. George Lubin, New York, 1982.
3. Composite Materials: Testing and Design (fifth conference), ASTM STP 674, S.W. Tsai, Ed. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1979.
4. Tsai, S.W.; Miravete, A M.. "Diseño y Analisis de materiales Compuestos", Ed. Reverté S/A, Barcelona, 1988.

Componente Curricular: Mecânica dos Compostos Fibrosos

Ementa:

Definição e classificação dos laminados compósitos. Processo de fabricação. Micromecânica de uma lamina: regra das misturas, modelo de Halpin Tsai. Macromecânica de uma lamina. Tipos de materiais: isotrópico, transversalmente isotrópico, ortotrópico e anisotrópico. Teoria do laminado. Seminários.

Referências:

1. Herakovich, C. T., 1997. Mechanics of Fibrous Composites, Editora Wiley.
2. Mendonça, P. T. R., 2005. Materiais Compostos e Estruturas Sanduíche, Editora Manole, Brasil.
3. Levy Neto, F., Pardini, L. C., 2002. Compósitos Estruturais, Editora Ed-gard Blücher, Brasil.

Componente Curricular: Seleção e Especificação de Materiais

Ementa:

Classes de materiais, propriedades e aplicações. Critérios de seleção de materiais. Métodos de projeto. Índices de desempenho e cartas de propriedades. Seleção de materiais (metálicos, poliméricos, cerâmicos e compósitos) para atender às especificações de resistência mecânica, à fadiga, tenacidade, ao desgaste, em altas temperaturas, à corrosão, em temperaturas criogênicas. Seleção de materiais para segurança de projetos. Seleção de processos e custos de processamento.

Referências:

1. FERRANTE, Maurizio. Seleção de materiais. 2. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2002. 286 p. ISBN: 8585173815.
2. ASHBY, M. F. Seleção de Materiais no projeto mecânico. 1ª. Elsevier. 2012.
3. CALLISTER, W. D. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. 5º ed. Rio de

Janeiro:LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora. 2002.

4. ASKELAND, D. R., Phulé, P.P. Ciência e Engenharia dos Materiais. 1º Ed. São Paulo: CengageLearning. 2008.

5. SHAKELFORD, J.F.Ciência dos Materiais. 6º ed. São Paulo:Pearson education (universitários). 2008.

Componente Curricular: Engenharia de Superfícies

Ementa:

Abordagens da engenharia de superfícies. Seleção pelos requisitos de superfícies. Técnicas de modificação e tratamentos de superfícies. Tratamentos térmicos superficiais. Tratamentos termoquímicos, aspersão térmica, CDV, PDV, PACVD, PAPVD. Caracterização de superfícies.

Referências:

1. M. OHRING, Materials Science of Thin Films, Academic Press, 2001
2. B. CHAPMAN, Glow Discharge Processes: Sputtering and Plasma Etching, John Wiley & Sons, 1980.
3. SMITH, D. L. Thin-Film Deposition: principles & practice, McGraw Hill, (1995).
4. FREUND, L. B., SURESH, S. Thin Film Materials: Stress, Defect Formation and Surface Evolution. Cambridge University Press (2009).
5. OHRING, M. Materials Science of Thin Films: Deposition and Structure, Academic Press (2002).
6. SORIAGA, M P; STICKNEY, J; BOTTOMLEY, LA; KIM, Y-G . Thin Films: Preparation, Characterization, Applications. Springer (2002).

Componente Curricular: Comportamento Mecânico e Mecanismo de Fratura dos Materiais

Ementa:

Propriedades mecânicas dos metais: deformação elástica e deformação plástica. Discordâncias e mecanismos de aumento de resistência. Transformações de fases em metais: microestrutura e propriedades mecânicas. Ligas metálicas e processamentos térmicos. Propriedades mecânicas das cerâmicas. Características mecânicas e termomecânicas de polímeros e compósitos. Ensaios destrutivos estáticos: tração, compressão e flexão. Ensaios destrutivos dinâmicos: impacto, fadiga e fluência. Fundamentos de fratura. Fratura dútil. Fratura frágil. Princípios da mecânica da fratura. Fratura estática e dinâmica. Fratura sob fluência. Fratura de cerâmicas. Mecanismos de tenacificação. Fratura de compósitos. Prática: Ensaos mecânicos estáticos. Seminários.

Referências:

1. William D. Callister Jr., Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução - 5a. edição, LTC Editora, 2000.
2. Lawrence H. Van Vlack, Princípios de Ciência e Tecnologia dos Materiais, Editora Campus, 1994.
3. Y.M. Chiang, D. Birnie III, W. D. Kingery, Physical Ceramics: Principles for Ceramic Science and Engineering, Wiley Inc., 1997.
4. E. B. Mano, L. C. Mendes, Introdução a Polímeros 2a. edição, Edgard Blucher, 1999.
5. Chiaverini, V., Tecnologia Mecânica, Vol. I, II, III, McGraw Hill, 1986.
6. Bauer, I.A.F., Materiais de Construção Mecânica, LTC, Rio de Janeiro, 1984.
7. Enginnered Materials Handbook, ASM International, Materials Park, USA, 1991.
8. Collins, J.A., Failure of Materials in Mechanical Design, John Wiley & Sons, New York, 1981.
9. Courtney, T.H., Mechanical Behavior of Materials, McGraw Hill, New York, 1990.
- 10 - Askeland, Donald R; Wendelin J Wright. Ciência e Engenharia dos Materiais. 3. ed Norte-Americana. Cengage Learning. 2014.
11. Shakelford, J. F. Ciência dos Materiais. 6º ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.
- 12 - Van Vlack, Lawrence H. Princípios de ciência e tecnologia dos materiais. 4. ed., Rio de

Janeiro: Campus, 1984.

Componente Curricular: Tratamentos Termoquímicos

Ementa:

Conceitos básicos necessários sobre tratamentos de superfície: estrutura cristalina, difusão atômica e dinâmica dos tratamentos térmicos. Tipos de tratamentos térmicos e termoquímicos de superfície aplicados com o objetivo de melhorar as propriedades tribológicas, de proteção à corrosão, da vida em fadiga ou ainda com fins decorativos. Tratamentos por indução, a plasma, a laser e por aspersão térmica.

Referências:

1. COSTA E SILVA, A.L.V.; MEI, P.R. Aços e Ligas Especiais; São Paulo: Edgar Blucher, 2006.
2. TADEUSZ BURAKOWSKI E TADENSZ WIERZCHON , “Surface Engineering of Metals”, Ed.CRC Press, BocaRaton – USA (1999).
3. S.L. SEMIANTIN AND D.E. STULTZ , “Induction Heat Treatment of Steel”, American Society for Metals – ASM, Metal Park, Ohio, (1986).
4. JOHN F.READY , “Lia Handbook of Laser Materials Processing” Laser Institute of America – Magnólia Publishing, Inc. (2001).

Componente Curricular: Diagrama de Fases

Ementa: Introdução. Princípios termodinâmicos. Sistema unitário (P.T.V.). Sistemas binários. Sistemas ternários. Sistemas quaternários: visão geral. Cálculo de diagramas de fase. Construção e análise de um diagrama de fase. Diagramas de Ellingham.

Referências:

1. HUMMEL, F.A. Introduction to Phase Equilibria in Ceramic Systems. USA: Marcel dekkder, 1984.
2. SEGADÃES, A.M. Diagramas de Fase - Teoria e Aplicação em Cerâmica. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1987.
3. LEVIN, E.M. et al. Phase Diagrams for Ceramists. 3.ed. USA: Copyright by American ceramic society, 1974.
4. KINGERY, W.D. et al. Introduction to Ceramics. USA: Jonh Wiley & Sons, 1976.
5. GRINSHAW, R.A. The Chemistry and Physics of Clays. 4.ed. Grat Britain: Ernest Benn Limited, 1971.
6. BERGERON, C.G. Introduction to Phase Equilibria in Ceramics. Westerville Ohio: The American Ceramic Society, 1984.
7. RHINES, F.N. Phase Diagrams in Metallurgy Their Development and Application. New York: McGraw-Hill Book Company, 1956.
8. WEST, D.R.E. Ternary Equilibrium Diagrams. London: Chapman and Hall, 1982.
9. CHIANG, Y.M.; Binie III, D.; Kingery, W.D. Physical Ceramics - Principles of Ceramic Science and Engineering. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1997.

Componente Curricular: Propriedades Mecânicas de Materiais Avançados

Ementa:

Deformação plástica de cristais. Discordâncias. Mecanismos de endurecimento. Principais propriedades mecânicas de materiais não-metálicos. Propriedades físicas e mecânicas com ênfase em materiais resistentes ao desgaste e bio-materiais.

Referências:

1. **Raymond A. Higgins.** Propriedades e Estruturas dos Materiais em Engenharia. Editora DIFEL – São Paulo/Brasil – 1977.
2. **Maurizio Ferrante.** Seleção de Materiais. 2.ed. EDUFScar – São Carlos/Brasil – 2002.

3. **Marc A. Meyers e Krishan K. Chawla.** Princípios de Metalurgia Mecânica. Ed. Edgard Blücher – São Paulo/Brasil – 1982.
4. **William D. Callister Jr.** Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma Introdução. Editora LTC – Rio de Janeiro/Brasil – 2002.
5. **George E. Dieter.** Mechanical Metallurgy. Ed. McGraw-Hill Book Company - London/UK - 1988.
6. **Helen E. Kambic and A. Toshimitsu Yokobori, Jr.** Biomaterials' Mechanical Properties. ASTM / STP 1173 – Philadelphia/USA - 1994.
7. **Kenneth L. Jerina et al.** Fatigue and Fracture of Medical Metallic Materials and Devices. 2.ed. ASTM / STP 1515 – New Jersey/USA – 2010.
8. **Stanley A. Brown and Jack E. Lemons.** Medical Applications of Titanium and Its Alloys: The Materials and Biological Issues. ASTM / STP 1272 – Philadelphia/USA – 1996.
9. **Donald E. Marlowe, Jack E. Parr, and Michael B. Mayor.** Modularity of Orthopedic Implants. ASTM – Philadelphia/USA – 1997.
10. **V. Kragelsky, M. N. Dobychin and V. S. Kombarov.** Friction and Wear. Elsevier, London/UK. 1982.
11. **Tribology Handbook.** Ed. M.J. Neale. Elsevier. London/UK. 2 ed. 1996.
12. **Ceramic Cutting Tools: Materials, Development and Performance.** Ed. E. Dow Whitney. Elsevier. London/UK. 1994.
13. **Artigos recentes** publicados em periódicos de elevado fator de impacto, e patentes.

Componentes Curriculares da área de Energia, Meio Ambiente e fenômenos do Transporte

Componente Curricular: Transferência de Calor
Ementa: Lei de Fourier. Equação do calor. Solução exata da equação do calor para problemas bidimensionais estacionários e unidimensionais transientes. Equações do momentum, energia e conservação da massa. Teoria das camadas limites cinética e térmica. Equações de conservação para camada limite. Equações adimensionais para camada limite. Correlações para o cálculo da convecção forçada e natural. Radiação de corpo negro, intensidade de radiação, propriedades radiantes de superfícies, lei de Kirchhoff, superfície cinza. Equação da Transferência Radiativa para meios participantes.
Referências: 1. Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa, Incropera, Frank P., Dewitt, David P., 7 ed., LTC, 2014. 2. Heat Conduction, David W. Hahn, M. Necati Özisik, 3 ed., John Wiley & Sons, 2012 3. Convection Heat Transfer, Adrian Bejan, 4 ed., John Wiley & Sons, 2013 4. Thermal Radiation Heat Transfer, Howell John R., Siegel, Robert and Menguc, Pinar, 6 ed., Taylor & Francis Group, 2016

Componente Curricular: Termodinâmica Aplicada
Ementa: Revisão dos fundamentos, abordagem (ciclo, processo, volume de controle e regime uniforme transiente), primeira lei da termodinâmica para as quatro abordagens, segunda lei da termodinâmica para as quatro abordagens, exergia e balanço (física e química), destruição e eficiência de exergia, análise de plantas de potência a vapor, a gas e plantas de refrigeração, sistemas reagentes e combustão (entalpia de combustão). Relações de Maxwell. Sistemas de absorção. Uso de software como EES (equations solver engineering).

Referências:

1. Modell, M.; Tester, J. Thermodynamics and Its Applications, 3rd Ed. Prentice Hall International Series, 1996.
2. Kotas T.J., “The Exergy Method of Thermal Plant Analysis”, 1st Ed. London: Anchor Brendon Ltd, 1985.
3. Bejan A. “Advanced Engineering Thermodynamics, 3rd, Wiley, N.J., USA, 2006.
4. Bejan A., Tsatsaronis G., Moran M., “Thermal Design and Optimization”, 1st Ed. New York, Wiley & Sons, 1996.
5. Moran, M. J., Shapiro, H. N., 2009, Princípios de Termodinâmica para Engenharia, 6^a edição, Editora LTC, 800 p.
6. Bourgnakke, C, Sonntag, R. E., “Fundamentos da termodinâmica”, 7^{ed}, Editora Blucher, São Paulo, 2009, 659 p.
7. Boyce, M. P., 2006, *Gas Turbine Handbook*. 3rd Ed. Butterworth-Heinemann, USA.
8. Apostilas, artigos e teses

Componente Curricular: Mecânica dos Fluidos Avançada**Ementa:**

Propriedades físicas dos fluídos e hipótese do contínuo. Cinemática do escoamento e o tensor da taxa de deformação. Princípios de conservação e as equações do movimento, equações constitutivas e a equação de Navier-Stokes. Análise dimensional e semelhança. Formas especiais das equações de governo. Escoamento de fluido sem viscosidade e escoamento potencial. Escoamentos viscosos de fluidos incompressíveis. Soluções exatas e soluções para baixos números de Reynolds. Camada limite. Seminários.

Referências:

1. Batchelor, G.K., “An Introduction to Fluid Dynamics”, Cambridge University Press, 1994.
2. Currie, I.G., “Fundamental Mechanics of Fluids”, McGraw-Hill, 1993, 2^a Edição.
3. Anderson Jr., J.D., “Fundamentals of Aerodynamics”, McGraw-Hill, 1991, 2^a Edição.
4. Lighthill, J., “An informal introduction to Theoretical Fluid Mechanics”, Clarendon Press, Oxford, 1996.
5. Schlichting, H., “Boundary-Layer Theory”, McGraw-Hill, 1979.

Componente Curricular: Análise Exergoeconômica e Exergoambiental**Ementa:**

Revisão de exergia. Eficiência exergética. Metodologia SPECO. Exergia de produto e combustível: equações auxiliares. Sistemas de potência, cogeração e trigeração. Balanço exergoeconômico, parâmetros exergoeconômicos, equações dos custos. Exergoambiental. Eco-indicador 99. Balanço Exergoambiental. Parâmetros Exergoambiental. Ciclo de vida. Metodologia do eco-indicador 99.

Referências:

1. Bejan, A., Tsatsaronis, G., Moran, M., Thermal Design and Optimization, Ed. John Wiley & Sons, Inc., USA, 1996.
2. Kotas T.J., The Exergy Method of Thermal Plant Analysis, 1st Ed. London: Anchor Brendon Ltd, 1985.
3. Lazzaretto and Tsatsaronis, SPECO: A systematic and general methodology for calculating efficiencies and costs in thermal systems, Energy 2006; 31; 1257–1289.
4. Goedkoop, M.; Effing, S.; Collignon, M., Eco-indicator 99/Manual for Designers - A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment, October 2000, 2nd, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, Available in: http://www.pre-sustainability.com/download/manuals/EI99_Manual.pdf 5

5. Goedkoop, M.;Spriensma, R., The eco-indicator 99: A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment – Methodology Report. Netherlands: Pré Consultants, June 2001, 3rd, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer. Available in: http://www.pre-sustainability.com/download/misc/EI99_methodology_v3.pdf.

Componente Curricular: Energias Renováveis

Ementa: Definição de energias renováveis. Desenvolvimento sustentável. Importância das energias renováveis para o desenvolvimento sustentável. Tipos de energias renováveis. Características, princípios, aplicabilidades, Balanço energético brasileiro e mundial. Aplicações práticas utilizando energias renováveis.

Referências:

1. Solar Engineering of Thermal Processes, 4th Edition, John A. Duffie, William A. Beckman, ISBN: 978-0-470-87366-3, 936 pages, April 2013.
2. Comprehensive Renewable Energy, *Editor-in-Chief: Ali Sayigh*, ISBN: 978-0-08-087873-7, Copyright © 2012 Elsevier Ltd.
3. Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética, Autor: JOSÉ ROBERTO SIMÕES MOREIRA, ISBN: 9788521630258, ,Publicação: 04/05/2017, Edição: 1|2017, Páginas: 412, Selo Editorial: LTC
4. Tolmasquim, Mauricio Tioimno Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica, EPE: Rio de Janeiro, 2016 452p.: il; ISBN 978-85-60025-06-0, 2016, Copyright © 2016 Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
5. FUNDAMENTOS DE ENERGIA EOLICA, MILTON OLIVEIRA PINTO, Editora LTC, páginas 392, Edição 2012, ISBN 9788521621607, EAN 9788521621607