



Serviço Público Federal  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense  
Pró-Reitoria de Ensino

<b>DISCIPLINA:</b> Geração de Energia	
<b>Vigência:</b> a partir de 2021/2	<b>Período letivo:</b> Eletiva
<b>Carga horária total:</b> 75h	<b>Código:</b> EE.46A
<b>Ementa:</b> A disciplina de Geração de Energia introduz o conceito do sistema interligado nacional, sua estrutura, regulamentação e funcionamento nos aspectos de longo prazo (planejamento) e curto prazo (operação). Estuda-se os fenômenos, as características e as propriedades relativas aos processos e tecnologias de produção de energia elétrica, aprofundando conceitos teóricos da termodinâmica e fluidodinâmica, perpassando importantes experiências e critérios práticos, estudando especificações de projeto, operação e manutenção de tais instalações e seus equipamentos. Capacita-se os alunos para o dimensionamento básico e os aspectos operacionais dos principais sistemas que compõem as diversas tecnologias de centrais geradoras de energia elétrica pela conversão termelétrica, pela cogeração, pela conversão hidroelétrica, pela conversão eólica, pela conversão termossolar e pela conversão fotovoltaica. Apresentam-se os fundamentos das demais tecnologias a partir de outras fontes renováveis (geotérmica, biomassa, hidrogênio, acumuladores, maremotriz, ondomotriz).	

## Conteúdos

### UNIDADE I – Contexto da geração de energia elétrica no Setor Elétrico Nacional

- 1.1 Sistema Interligado Nacional – aspectos elétricos, energéticos, comerciais e regulatórios (modelo operacional)
- 1.2 Política energética e o conceito de operação hidrotérmica e sistêmica com otimização dos recursos energéticos (despacho eletroenergético)
- 1.3 Contexto de utilização das fontes energéticas no mundo e no Brasil

### UNIDADE II – Visão geral da hidroeletricidade

- 2.1 Tipos de aproveitamentos
- 2.2 Capacidade de reservatórios
- 2.3 Diagrama de operação por bacia hidrográfica
- 2.4 Curvas de acompanhamento e sazonalidade
- 2.5 Nível de partida de reservatórios, curvas de aversão ao risco hidrológico



Serviço Público Federal  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense  
Pró-Reitoria de Ensino

## 2.6 Aspectos ambientais, manutenção de bordas – Lei do Uso Múltiplo das Águas

### UNIDADE III – Fundamentos de hidrodinâmica

3.1 Conceitos físicos e fundamentos

3.2 Perdas (na adução, de carga, em sistemas de tubulação, em singularidades)

3.3 Conversão de perdas em alturas manométricas

3.4 Cálculo de potências e eficiências

### UNIDADE IV – Potencial e exploração dos aproveitamentos hidráulicos

4.1 Potência e energia teórica de rios

4.2 Fluviograma e curva de permanência das vazões médias, mínima e máxima

4.3 Níveis, quedas, cotas e alturas

4.4 Efeito de barramentos e acumulação, aproveitamento e efeito em cascata

4.5 Curvas chave cota-volume para barramentos

4.6 Volumes de armazenamento e operacional

4.7 Tempo de reenchimento e duração da acumulação

4.8 Vazões mínima, máxima e defluente operativa, controle de cheias e requisitos operacionais

### UNIDADE V – Centrais Hidrelétricas

5.1 Classificação e tipos

5.2 Equipamentos e sistemas

5.3 Locação e projeto básico

5.4 Licenciamento e impactos

5.5 Arranjos típicos e aspectos de Operação e Manutenção

5.7 Testes, comissionamento e posta-em-marcha



Serviço Público Federal  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense  
Pró-Reitoria de Ensino

5.8 Especificidades para pequenas, mini e micro aproveitamentos

5.9 Turbinas hidráulicas (tipos, aplicações, curva característica, funcionamento)

#### UNIDADE VI – Centrais Eólicas

6.1 Introdução – Histórico, Visão geral e Classificação

6.2 Fundamentos e Princípio de funcionamento

6.3 Aspectos determinantes da instalação

6.4 Potência e energia gerada

6.5 Forças atuantes

6.6 Especificações e critérios de projeto e instalação

6.7 *Micrositing*

6.8 Simulação de viabilidade

6.9 Aspectos de Operação e Manutenção

#### UNIDADE VII – Centrais Solares

7.1 Introdução – Histórico e Visão Geral

7.2 Sistemas Termossolares (Visão Geral)

7.3 Sistemas Fotovoltaicos

7.3.1 Características

7.3.2 Fundamentos e Princípio de funcionamento

7.3.3 Metodologia de cálculos

7.3.4 Critérios de projeto e instalação

7.3.5 Sistemas on-grid, isolado e central SFV

7.3.6 Simulação de viabilidade

7.3.7 Aspectos de Operação e Manutenção

7.4 Sistemas Híbridos



Serviço Público Federal  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense  
Pró-Reitoria de Ensino

## UNIDADE VIII – Termodinâmica Aplicada

8.1 As propriedades intensivas e extensivas, definições, fundamentos, conceitos, sistemas, estados, processos, grandezas, tabelas e diagramas TMD, ciclos

8.2 Balanços de Energia de 1ª e 2ª Leis TMD – quantidade, equilíbrio e qualidade do processo – energia interna, entalpia, entropia, eficiência isentrópica

8.3 Exergia, disponibilidade, eficiências teórica e real, energia destruída, perdas

8.4 Pontos TMD da água. Saturação. Mistura. Título. Fração mássica líquido–gasosa. Energia do vapor. Diagrama de Mollier da água e sua interpretação. Tabelas de vapor e calor. Diagramas TMD (TxS; PxV, HxS).

8.5 Ciclos térmicos (diagramas PxV, TxS, equações de balanço de energia)

8.5.1 Ciclo ideal de Carnot, diagramas, balanço de energia e eficiência

8.5.1 Ciclo Otto, diagramas, balanço de energia e eficiência

8.5.1 Ciclo Diesel, diagramas, balanço de energia e eficiência

8.5.1 Ciclo Bryton, diagramas, balanço de energia e eficiência

8.5.1 Ciclo Rankine, diagramas, balanço de energia e eficiência

## UNIDADE IX – Centrais termelétricas a vapor

9.1 Princípios de geração de vapor. Ciclo TMD a vapor

9.2 Cálculo e modelagem de entalpia e entropia do gerador de vapor. Sistemas de reaquecimento e recuperação de calor – Trabalho e Eficiência

9.3 Ciclo Rankine básico e com sistemas de efficientização, modelagem

9.4 Caldeiras convencionais e de recuperação, componentes, características



Serviço Público Federal  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense  
Pró-Reitoria de Ensino

9.5 Turbinas a vapor (modelagem, componentes, estágios de potência, operação)

9.6 Equipamentos/sistemas auxiliares (condensadores, regeneradores, injetores, ejetores, desaeradores, torres de resfriamento, sistemas de tratamento de água, sistemas de óleo de controle (“*lifting pumps*”, etc.)

9.7 Aspectos operativos e de manutenção (construção, controle da corrosão, regime de carga variável, controle do vácuo, *by-pass*, atemperamento

9.8 Cogeração: modalidades, sistemas típicos, reaproveitamento energético, eficiência e otimização

#### UNIDADE X – Centrais termelétricas a combustão

10.1 Combustíveis: tipos e obtenção da energia, comparações e utilização

10.2 Princípios da Combustão, estequiometria, combustão completa ideal e real

10.3 Entalpia de formação, entropia e energia de reação. Reagentes e produtos

10.4 Modelagem da combustão como um sistema (reatores), Poderes Caloríficos Inferior e Superior, Transformação Adiabática e Temperatura Adiabática de Chama. Modelagens TMD

10.5 Ciclos e Tecnologias a combustão

10.6 Turbinas a combustão

10.7 Formação e emissões atmosféricas ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$  e  $\text{CO}$ ) meios de controle

10.8 Ciclo Bryton básico e com sistemas de efficientização, modelagem

10.9 Ciclo Combinado e diferentes tecnologias

10.10 Aspectos de Operação e Manutenção (curvas de partida, parâmetros de desempenho, construção, aspectos regulatórios e controles ambientais



Serviço Público Federal  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense  
Pró-Reitoria de Ensino

## UNIDADE XI – Outras fontes energéticas

- 11.1. Maremotriz e Ondomotriz
- 11.2. Geotérmica
- 11.3. Células a Hidrogênio
- 11.4. Sistemas de Acumulação e Estocagem
- 11.5 Biomassa
- 11.6 Bioenergia (energia do movimento)
- 11.7 Centrais Nucleares (típicas e “*Small Modular Reactors*”)

### **Bibliografia básica**

LORA, Electo Eduardo Silva; NASCIMENTO, Marco Antônio Rosa do (Coord.). **Geração Termelétrica**: planejamento, projeto e operação. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

PATEL, Mukund R. **Wind and Solar Power Systems**: design, analysis, and operation. 2. ed. Boca Raton: Taylor & Francis, c2006

PEREZ BLANCO, H. **The Dynamics of Energy**: supply, conversion, and utilization. Boca Raton: CRC Press, 2009

### **Bibliografia complementar**

ACKERMANN, Thomas. **WIND Power in Power Systems**. Chichester: John Wiley, 2008

ANNAMALAI, Kalyan; PURI, Ishwar K.; JOG, Milind A. **Advanced Thermodynamics Engineering**. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2011

BORGES NETO, Manuel R.; CARVALHO, Paulo C. M. de. **Introdução à Geração de Energia Elétrica**. Petrolina: IF Sertão Pernambucano, 2011

BORGNACKE, Claus; SONNTAG, Richard E. **Fundamentos da Termodinâmica**. São Paulo: Blucher, c2013

CUSTÓDIO, Ronaldo dos S. **Energia Eólica**: para produção de energia elétrica. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2009

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A. **Termodinâmica**. 7.ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2013



Serviço Público Federal  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense  
Pró-Reitoria de Ensino

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin H.; REIS, Lineu Belico dos. **Energia e Meio Ambiente**. 5. ed. da tradução norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2014

IENO, Gilberto; NEGRO, Luiz. **Termodinâmica**. São Paulo: Pearson, 2004

LEVENSPIEL, Octave. **Termodinâmica Amistosa para Engenheiros**. São Paulo, SP: Blucher, 2002

LI, Kam W.; PRIDDY, A. Paul. **Power Plant System Design**. New York: John Wiley & Sons, c1985

MORAN, Michael J. **Introdução à Engenharia de Sistemas Térmicos: termodinâmica, mecânica dos fluidos e transferência de calor**. Rio de Janeiro: LTC, 2005

MORAN, Michael J. et al. **Princípios de Termodinâmica para Engenharia**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013

NOGUEIRA, Luiz A. H.; ROCHA, Carlos R.; NOGUEIRA, Fabio J. H. **Eficiência Energética no Uso do Vapor: manual prático**. Rio de Janeiro: Eletrobras, 2005

REDDY, P. Jayarama. **Science & Technology of Photovoltaics**. 2nd ed. Hyderabad: BS Publications, 2010

SOUZA, Zulcy; SANTOS, Afonso H. M.; BORTONI, Edson da C. **Centrais Hidrelétricas: implantação e comissionamento**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009

TUNDISI, Helena da S. F. **Usos de Energia: sistemas, fontes e alternativas: do fogo aos gradientes de temperatura oceânicos**. 12. ed. São Paulo: Atual, 2000.