

---

**Nome da Disciplina:** RNU008 - Fundamentos da energia nuclear

**Área de Concentração:** CTMA ( ) CTMI ( ) CTRA ( X )

**Nível:** M/D    **Obrigatória:**    **Optativa:** X

**Carga Horária:** 60 horas

**Número de Créditos:** 04

**Professor:** Amir Zacarias Mesquita

---

### OBJETIVO:

A disciplina foi planejada para dar uma visão geral dos fenômenos ligados à liberação de energia pelo núcleo, ou seja, à transformação da matéria em energia. Será apresentada uma visão geral da fusão nuclear, do decaimento radioativo e, principalmente, da fissão nuclear. Os alunos que não são especialistas em energia nuclear, poderão ter noções sobre essa área, permitindo-lhes orientarem-se na terminologia relacionada com a energia nuclear e as possíveis aplicações, no âmbito de suas formações. As aulas são ilustradas com recursos de multimídia, como desenhos, gifs e vídeos relacionadas ao tema apresentado. No mínimo duas aulas serão no reator nuclear de pesquisa TRIGA®. Conforme o planejamento energético brasileiro, pretende-se construir cerca de oito usinas nucleares nos próximos anos, incluindo Angra-3. O Reator Multipropósito Brasileiro (RMB) continua sua construção. Deste modo, prevê-se a necessidade de mão de obra especializada em tecnologia nuclear.

### EMENTA:

## CONCEITOS FUNDAMENTAIS

### Modelos Atômicos

Partículas Fundamentais. Modelo de Dalton (bola de bilhar). Modelo de Thomson (pudim de passas)  
Modelo de Rutherford (planetário). Modelo de Bohr (teoria quântica). Princípio da Incerteza de Heisenberg  
Dualidade Onda-Partícula (De Broglie, Einstein, Schrödinger)

### Propriedades Fundamentais do Átomo

Unidades Atômicas. Tabela Periódica e Carta de Nuclídeos  
Características dos Núcleons e dos Elétrons. Dimensão do Átomo. Dimensão e Densidade do Núcleo.

### Modelos do Núcleo

Modelo da Gota Líquida. Energia de Ligação dos Nucleons. Modelo de Camadas (Shell). Poço de Potencial.

Números Mágicos

### Radioatividade

Radiação Natural e Radiação Produzida pelo Homem. Decaimento Radioativo  
Princípios do Decaimento Radioativo. Dose de Radiação Absorvida (Energia). Séries Radioativas Naturais  
Forças da Natureza. Matéria e Energia Escura. Reações Nucleares. Geradores Termoelétricos  
Aplicações da Tecnologia Nuclear além da Produção de Energia

## INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO COM A MATÉRIA

### Interação de Partículas Carregadas com a Matéria

#### Interação de Fótons com a Matéria

Atenuação de um Feixe de Fótons - Blindagem

#### Interação de Nêutrons com a Matéria

Blindagem e Moderação de Nêutrons. Seção de Choque. Atenuação de um Feixe de Nêutrons

#### Detecção da Radiação

Detectores de Ionização a Gás. Detecção de Nêutrons. Detectores de Estado Sólidos. Detectores de Cintilação.

## FÍSICA DE NÊUTRONS EM REATORES (NEUTRÔNICA)

### A Fissão Nuclear

A Fissão do Urânio-235. Seções de Choque de Fissão e Captura no  $^{235}\text{U}$  e no  $^{238}\text{U}$ . Energia Liberada na Fissão.

Combustíveis Nucleares. Reator Nuclear Natural. Fluxo de Nêutrons. Moderação de Nêutrons

### Fator de Multiplicação

Fórmula dos Seis Fatores

### Cinética de Reatores

Reatividade. Controle do Reator. Absorvedor Solúvel e Veneno Queimável. Nêutrons Atrasados.

Nêutrons Prontos – Período. Equação de Inhour. Massa Crítica e Multiplicação Subcrítica

### Dinâmica de Reatores

Coeficiente de Temperatura. Coeficiente de Vazios. Envenenamento pelo Xenônio e Samário

## TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM REATORES

### Transferência de Calor por Condução. Transferência de Calor por Convecção

Refrigerante dos Reatores Nucleares

### Produção de Eletricidade. Eficiência Térmica. Calor após o Desligamento

## REATORES NUCLEARES

### Reatores de pesquisa

Reator IEA-R1. Reator Triga IPR-R1. Reator Argonauta. Reator Ipen/MB-01. Reator Mul. Brasileiro (RMB)

### Reatores de Potência

Os Primeiros Reatores Nucleares de Potência. Principais Componentes dos Reatores Nucleares de Potência.

Evolução dos Reatores Nucleares de Potência. Reator a Água Pressurizada (PWR)

Reator a Água Fervente (BWR). Reator a Água Pesada Pressurizada (PHWR) (Candu)

Reatores Refrigerados a Gás (GCR). Reatores Rápidos (FNR) “Fast Neutron Reactors”

Reator de Canais de Alta Potência (RBMK), Reatores a Água Leve Avançados – Geração III e Geração III+.

Reatores da Geração IV - Gen IV

### Reatores de Fusão

Confinamento Magnético do Plasma. A Organização ITER® – The Way. Fusão a Laser

## CICLO DO COMBUSTÍVEL

### Combustível Usado

Ciclo Aberto – Sem Reciclagem. Ciclo Fechado – Reprocessamento. Transmutação. Plutônio 239.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Mesquita, A. Z. Energia Nuclear: Uma Introdução. ISBN: 9788584802210. 1. ed. Curitiba (PR): Editora UFPR - Universidade Federal do Paraná, . v. 1. 249p. 2023.

Murray, R.L. Nuclear Energy: An Introduction to the Concepts, Systems and Applications of Nuclear Processes.

Eighth edition. Elsevier, Butterworth-Heinemann. 2020.

Hore-Lacy, I. Nuclear Energy in the 21st Century. 4th Edition, Word Nuclear University, London, 2018. Shultz, J.K.; Faw, R.E. Fundamentals of Nuclear Science and Engineering. CRC Press, Taylor & Francis Group.

Boca Raton. 3nd Ed. 2017.

Lamarsh, J.R.; Baratta, A.J. Introduction to Nuclear Engineering; 4th ed. Pearson Ed. 2017.

Kok, K.D. Nuclear Engineering Handbook. CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton. 2009.

Bodansky, D. Nuclear Energy-Principles, Practices, and Prospects. Springer Science. 2nd ed. NY. 2005.

Mayo, R.M. Introduction to Nuclear Concepts for Engineers, American Nuclear Society, La Grange Park, Illinois, 1998.

Glasstone, S.; Sesonske, A. Nuclear Reactor Engineering. 4 ed. Chapman and Hall. New York, NY. 805p. 1994.

### Vídeos educacionais das empresas:

Eletrobras Eletronuclear, INB - Indústrias Nucleares Brasileiras, ITER Organization, Canadian Nuclear Association, Areva, WNA — World Nuclear Association, IAEA – International Atomic Energy Agency, etc.