



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais

Curso: *Mestrado em Engenharia de Materiais*

Disciplina: **Propriedades Magnéticas de aços elétricos de grão orientado e não orientado**

Carga Horária: *crédito: 3s/ horas/aula: 45 / encontro por semana: 1*

Professor: **Prof. Dr. Daniel Leandro Rocco**

E-mail: [daniel.lrocco@gmail.com](mailto:daniel.lrocco@gmail.com)

**Justificativa:** A região denominada vale do aço compreendida pelas cidades de Timóteo, Coronel Fabriciano e Ipatinga (população total ~ 400.000 habitantes) conta com duas empresas (Aperam e Usiminas) que fabricam aços especiais. Uma delas tem uma planta em plena produção de aços elétricos de grão orientado, enquanto a outra também tem grande interesse na produção deste tipo de aço. Estes materiais, apesar de serem chamadas de aços elétricos, a propriedade que se explorada é a magnética, uma vez que estes aços são utilizados como intensificador e guia de campos magnéticos no interior de transformadores e motores elétricos, por exemplo. Desta forma, o conteúdo abordado na disciplina sugerida aqui será de extrema utilidade para a formação das pessoas, nomeadamente, pesquisadores e técnicos da Aperam, além é claro, de alunos que almejam um posição em uma dessas empresas localizadas na região do vale do aço.

**Ementa:** Origem do momento magnético atômico. Tipos de ordenamento magnético. Princípio do magnetismo itinerante (de metais a base de metais de transição como Fe, Ni..) e localizado (de óxidos e de metais a base de Terra-rara). Textura magnética. Ciclo de histerese. Paredes de domínio. Perdas magnéticas. Propriedades de aços elétricos de grão não orientado e de grão orientado. Técnicas de caracterização magnética.

### **Programa da Disciplina:**

- 1) Momento magnético de uma espira. Momento magnético atômico. Momento angular e momento angular de spin. Tipos de ordenamento magnético: Ferromagnetismo, paramagnetismo, antiferromagnetismo, diamagnetismo.
- 2) Tipos de magnetismo: magnetismo itinerante ou magnetismo de bandas. Magnetismo localizado. Lei de Curie-Weiss. Determinação do momento efetivo do átomo a partir das curvas de  $M \times T$ . Determinação da magnetização de saturação esperada.
- 3) Curvas de Magnetização. Ciclo de histerese. Energia Magnetostática. Anisotropia Magnética. Interação de troca. Domínios magnéticos. Paredes de domínio. Perdas magnéticas: histerética, parasita e de excesso.
- 4) Aços elétricos de grão não orientado. processamento, propriedades, composição, microestrutura.
- 5) Aços elétricos de grão orientado. processamento, propriedades, composição, microestrutura.
- 6) Técnicas de Caracterização magnética: Magnetômetro de amostra vibrante, magnetômetro Squid. Espectroscopia Mossbauer.: Suscetibilidade ac: Brockhaus. AFMM.

### **Bibliografia Recomendada**

- 1) A. P. Guimarães. Magnetismo e Ressonância Magnética em Sólidos. EdUsp. 2017.
- 3) M. S. Reis. Fundamentals of Magnetism. Elsevier. Academic Press. 2013
- 4) K. H. Buschow and F. R. de Boer. Physics of Magnetism and Magnetic Materials. Kluwer Academic Publishers. 2003
- 5) William D. Callister, Jr. Ciência e Engenharia de materiais: Uma introdução. LTC. 2001