

Materiais Magnéticos

Amorfos, nanocristalinos (soft)

Partículas magnéticas

Ligas Amorfas

- ▶ Materiais metálicos solidificados rapidamente – *“melting spinning”*
- ▶ Altas resistividades 120 a 150 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ comparados com Fe-Si e Fe-Ni $\sim 30 - 50 \mu\Omega\cdot\text{cm}$
- ▶ As fitas são bem finas $\rightarrow$ espessuras de 30 – 100 μm

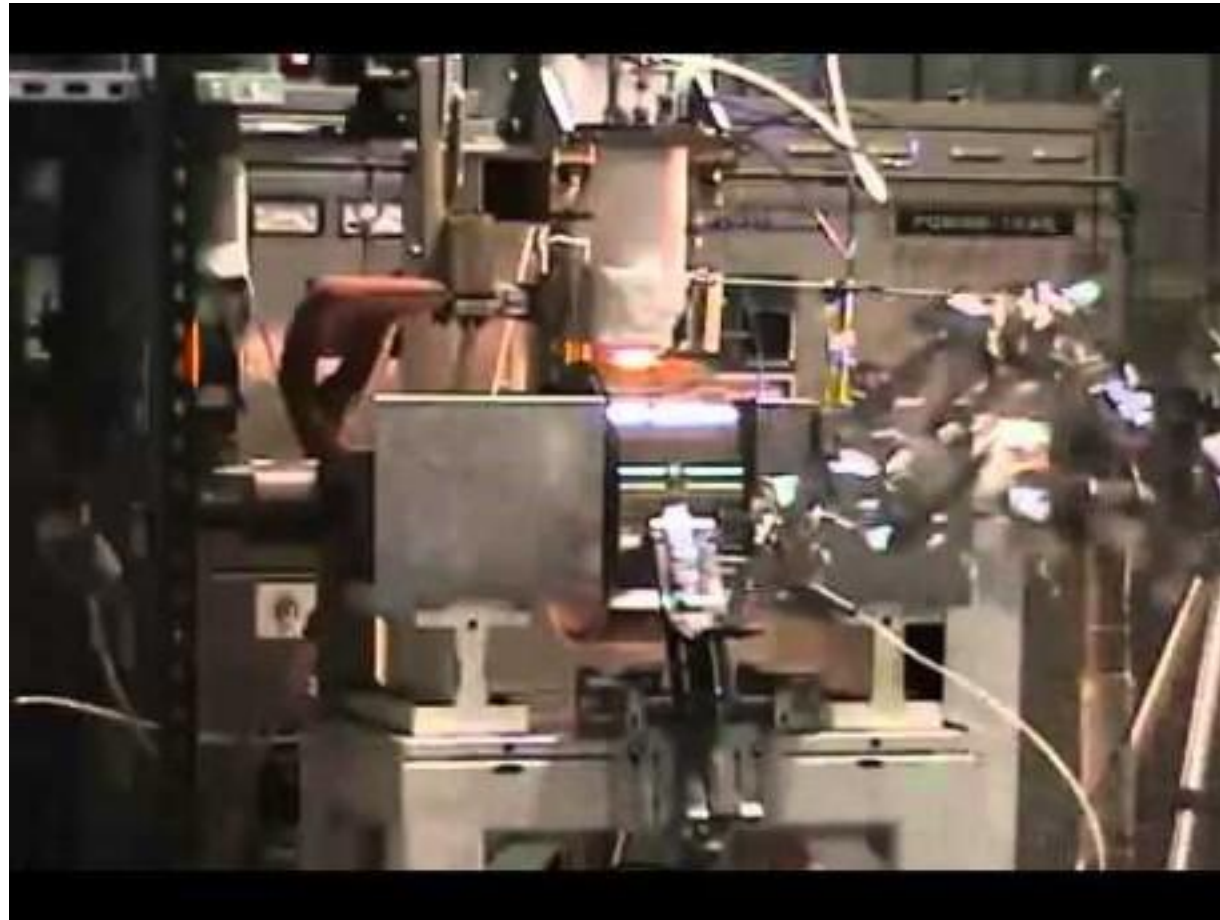
Video sobre Melting Spinning

<https://youtu.be/wKWNTwiU4Ao>

<https://www.youtube.com/shorts/9FV-J6kG2OQ?feature=share>



**As fitas sendo “espirradas” da
roda de cobre**





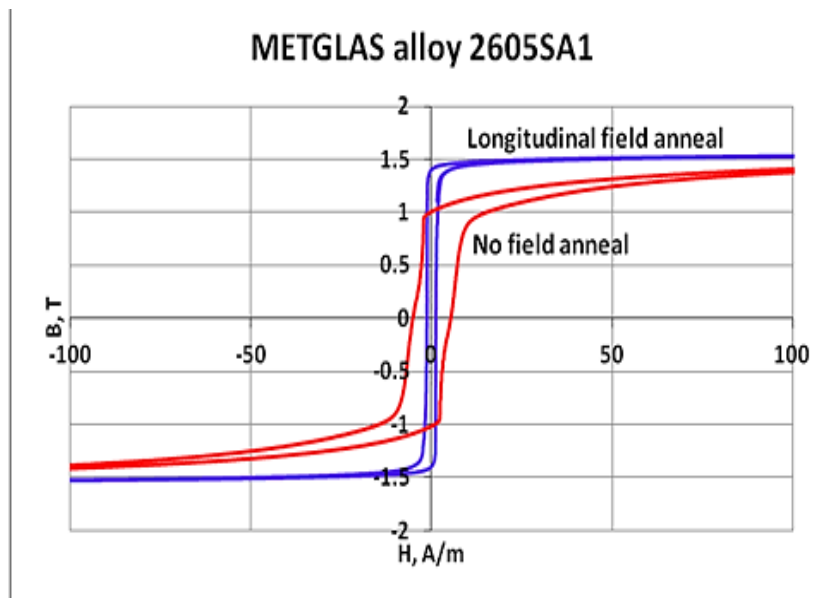
Propriedades Gerais e Características

	2605SA1 & 2605HB1M	2826MB	2605S3A	2705M	2714A
Indução de Saturação (T)					
Fundida	1.56	0.88	1.41	0.77	0.57
Permeabilidade DC Máxima (μ)					
Envelhecida	600.000	800.000	35.000	290.000	1.000.000
Fundida	45.000	> 50.000	> 20.000	---	> 80.000
Magnetostricção de saturação (ppm)	27	12	20	< 0.5	< 0.5
Resistividade Elétrica ($\mu\Omega$-cm)	130	138	138	136	142
Temperatura de Curie (°C)	395	353	358	365	225

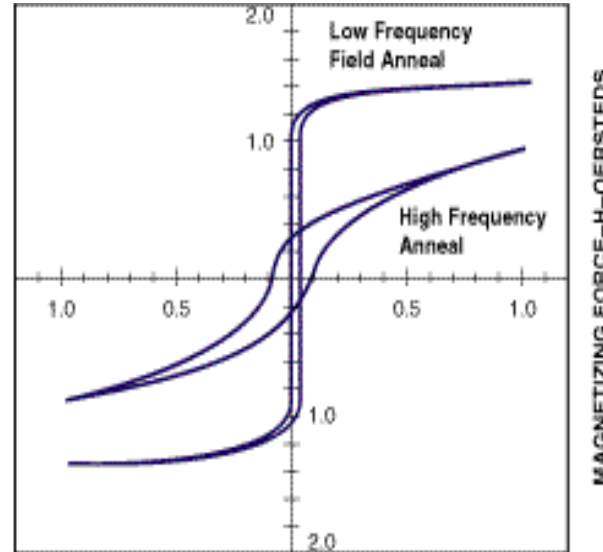
Base de Fe-Ni

Metglas® Alloy 2605S3A

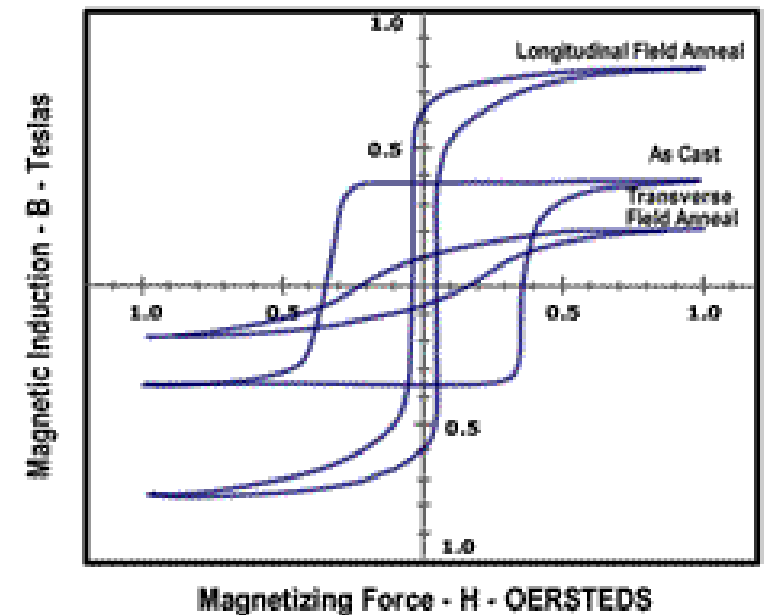
Metglas® Alloy 2605SA1



0,05 Oe ~ 4 A/m

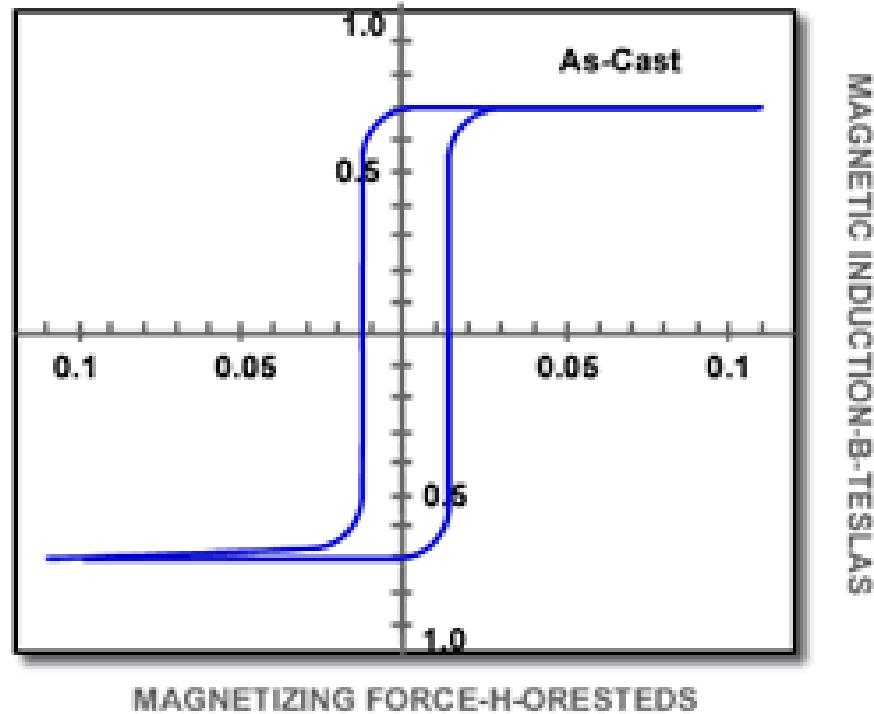


Metglas® Alloy 2826MB



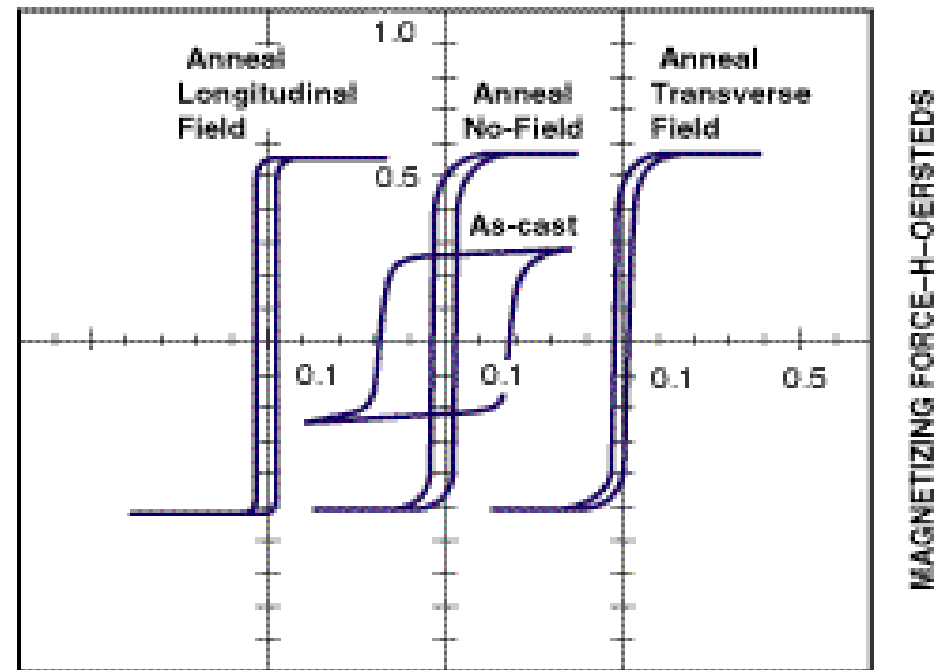
Base de Co

Metglas® Alloy 2705M



0,05 Oe ~ 4 A/m

Metglas® Alloy 2714A



Materiais Nanocristalinos

FINEMET

Yoshizawa et al. [1,2] (1988)

- ▶ São materiais com composição típica de $\text{Fe}_{73,5}\text{Cu}_1\text{Nb}_3\text{Si}_{13,5}\text{B}_9$.
- ▶ Produzidos por *melting spinning* seguido de TT em temperaturas ~ 500 a 600 °C >>> nanogrãos 5 – 20 nm.
- ▶ Após “melt spinning” - Matriz amorfa com grãos nanocristalinos.
- ▶ Cu (insolúvel) favorece a germinação dos grãos; Nb (Cr, V, Mo, Ta) inibe o crescimento deles

[1] Appl. Phys. Lett. 86, 152513 (2005)

[2] Appl. Phys. Lett. 83, 2859, (2003)

Nanopartículas Magnéticas

- ▶ **Biosensores e Diagnósticos**
 - ▶ **Diagnóstico e Terapia**
 - ▶ **Engenharia de Tecidos**
 - ▶ **Aplicações Ambientais**
 - ▶ **Biofuncionalidade e Caracterizações**
- 

Biosensores e Diagnósticos

❖ Várias Técnicas de detecção

- Partículas superparamagnéticas ou magnéticas;
- Detecção por aglomeração (Micro NMR)
- Detecção por magneto-forese (Migração devido a uma força magnética)
- Multi-deteção em pequenos volumes.
 - **Detecta:** Ácidos nucleicos, Proteínas, Enzimas, Vírus, Pequena moléculas, Íons, Células
 - **Nanopartículas usadas como contraste de IRM:** detecção de tecidos moles *in vivo*; fluídos magnéticos a base de Fe ou superparamagnéticos.

Diagnósticos e Terapias

❖ Diagnóstico de Câncer (in vivo)

- **In vivo: diagnósticos feitos através da injeção de contrastes nos pacientes (IRM)**
 - **GastroMark® (ferumoxsil): oral para detecção gastro-intestinal.**
 - **Feridex® (ferumoxide): injetável para detectar lesões no fígado.**
 - **Atualmente Gd quelatos: multifuncional → contraste e entregadores de drogas (quimioterapia)**
 - **Recobrimento das partículas → biocompatibilidade → também para evitar aglomeração.**

IRM – Imagem por ressonância nuclear

- ✓ Spins dos prótons do hidrogênio alinham-se devido à aplicação de um campo magnético
- ✓ Pulso RF aplicado perpendicular ao campo magnético
- ✓ O momento magnético é perturbado e medido quando volta ao estado inicial – relaxação
 - Relaxação medida por bobinas do scanner: longitudinal (T1) e transversal (T2) são captadas para formar as imagens.
 - Variações locais de T1 e T2 devido à variações químicas e físicas
 - Nanopartículas SPIO melhoram contraste, diminuindo T1 e T2 → diminuição devido à alta diferença de susceptibilidade magnética entre o meio e as partículas → nanopartículas de MnFe_2O_4

Diagnóstico de Câncer (in vitro)

- ❖ **In vitro: diagnósticos feitos pelo movimento de partículas em campo magnético.**
- **Simplifica o isolamento, extração e purificação de macromoléculas em amostras biologicamente complexas.**
- **Recobrimento de partículas de Fe_3O_4 com “quantum dots” gera partículas fluorescentes >> ensaios imunológicos.**
- **Determinação de sequencia de DNA**
- **Determinação de células de tumor circulantes - metástase (sangue)**

Engenharia de tecidos

Crescimento de tecidos sob substratos biodegradáveis porosos, onde a célula do próprio paciente é usada para induzir o crescimento do tecido a medida que o substrato desaparece → rejeição eliminada.

A propriedade usada é de transdução mecânica (magnetostricção)

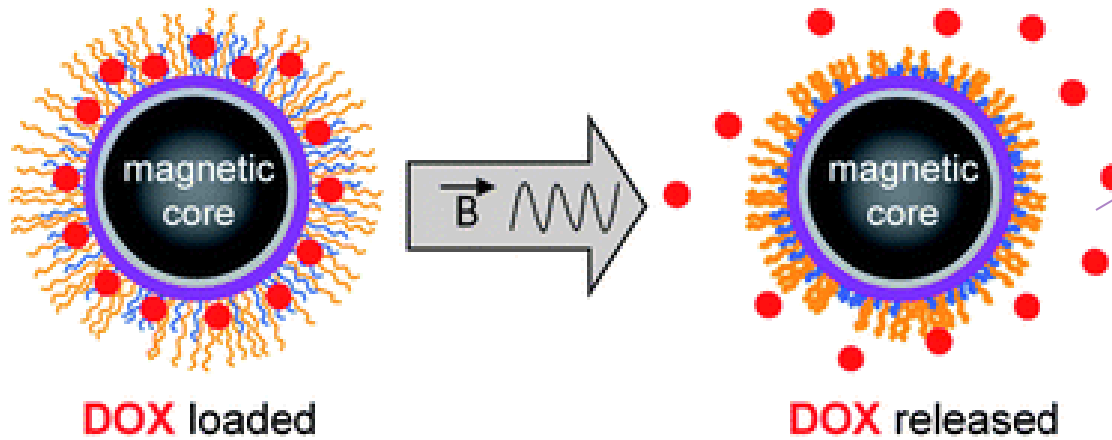
- As partículas magnéticas se ligam de alguma forma às células.
- A aplicação de campo causa atuação → estimula processos celulares (canal de íons, etc)
 - Ossos e cartilagens; Paredes de vasos e estrutura cardíaca; Pele; Pulmão; Olhos; Fígado; Tecidos nervosas

► Aplicações Ambientais

- **Basicamente para a detecção e remoção de metais pesados**
 - **Alta superfície específica**
- **Despoluição**
 - **água: coliformes e vírus**
 - **Derramamentos de óleo**
- **A produção deste material envolve muitas etapas: partícula superparamagnética; recobrimento.**

Biofuncionalização e Caracterização

- ▶ **Partículas paramagnéticas são preferidas → não ficam magnetizadas depois de tirar o campo**
- ▶ **Óxidos de Fe com recobrimento:**
 - **polímeros dextran – causam deformidades nas células**
 - **Amido – estáveis por um ano em temperatura ambiente**
- ▶ **Nanopartículas entregadoras de drogas: fecham e se abrem por aquecimento resfriamento.**



Sinha R, Kim GJ, Nie S, Shin DM: [Nanotechnology in cancer therapeutics: Bioconjugated nanoparticles for drug delivery](#). Mol Cancer Ther. 2006, 5:1909-17.

