

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO

1.1. Materiais cerâmicos

Dentre os elementos que compõem a contemporânea Ciência e Engenharia dos Materiais são a Composição e Estrutura, síntese e processamento, propriedades e desempenho.

A síntese e o processamento são os elementos básicos para a produção de novos materiais com novas propriedades e desempenho, bem como de produtos de alta qualidade e baixo custo, sendo, portanto, um determinante crucial de produtividade industrial e, conseqüentemente, da competitividade internacional.

Um aspecto importante, porém, guardadas as devidas proporções quando comparado com outros países, o Brasil possui uma razoável base científica e tecnológica no campo da Ciência e Engenharia de Materiais e em áreas correlatas. Porém face à ausência de ações previamente planejadas e de programas articulados envolvendo as universidades, centros de pesquisas e indústria, as atividades de P&D, em sua maioria, têm-se restringido aos elementos estrutura, composição e propriedades, não se fechando todo o ciclo de desenvolvimento dos materiais.

A união entre o desenvolvimento tecnológico, necessidades econômicas e os fatores ambientais vêm causando uma grande mudança na utilização de materiais. Esta mudança é no sentido de se substituir materiais tradicionais da indústria, principalmente os metais, por outros que tenham um desempenho melhor a um custo menor. Os materiais candidatos para esta substituição são os polímeros, as cerâmicas e os compósitos. Dentre os materiais estruturais, as cerâmicas especiais (Si_3N_4 , SiC , Al_2O_3 , ZrO_2) são o maior dos desafios, pois sua natureza frágil introduz uma alta complexidade nos projetos e no desenvolvimento destes materiais [1].

1.2. Aplicações dos materiais cerâmicos

Os produtos cerâmicos com pequenas dimensões, constituem-se na maioria das vezes, componentes fundamentais para a viabilização de equipamentos de alta tecnologia. Por esta razão geram um considerável crescimento na economia, significando que para cada unidade monetária aplicada as cerâmicas especiais, viabilizam ou exerce forte influência em um mercado 11 vezes maior [1].

Em função das características intrínsecas dos materiais cerâmicos, como baixa densidade, baixa condutividade térmica, alta resistência à corrosão e à abrasão e a capacidade de suportarem altas temperaturas sem se deformarem, além de outras características específicas presentes em alguns desses materiais (supercondutividade, condutividade iônica), a utilização desses materiais tem crescido de forma surpreendente em uma infinidade de aplicações nas mais diversas áreas do conhecimento humano. Este crescimento é fruto dos avanços do conhecimento científico e tecnológico no campo da ciência e engenharia dos materiais ocorridos nas últimas décadas.

Merecem destaque especial às aplicações no campo da energia, como os combustíveis para reatores nucleares, os elementos moderadores e os materiais para reatores a fusão, os componentes de motores automotivos que aumentam o rendimento e propiciam a utilização de combustíveis menos nobres como: palhetas de turbinas, componentes de foguetes, ferramentas para corte de alta velocidade, implantes ósseos e dentários, brackets dentários, materiais de alta resistência à abrasão, como os guia-fios na indústria de tecelagem, refratários especiais, componentes eletro-eletrônicos e, ainda, em produtos de consumo popular como facas, tesouras e equipamentos esportivos [1].

Esta família de materiais tem tido progressos consideráveis em diversos campos da engenharia, podendo-se citar que, por exemplo, a sua aplicação em motores automotivos, turbinas a gás, selos de bombas, ferramentas de corte, abrasivos, membranas, biomateriais, e refratários vem ganhando forte consideração e expansão no mercado.

Exemplos claros desta tendência são apresentados pela Toyota, que vem pesquisando materiais cerâmicos para aplicações em altas temperaturas desde o final da década de 60 e desenvolvendo processos de fabricação de componentes cerâmicos para motores automotivos desde 1979, e pelos projetistas de turbinas a gás (land-based), que esperam perfazer uma economia de energia elétrica de US\$ 500.000,00/ano/100MW gerados com a utilização de cerâmicas na parte quente das turbinas [1].

1.3. Ferritas

Os materiais cerâmicos tipo ferritas podem apresentar características de condução elétrica e propriedades magnéticas interessantes. As ferritas cúbicas do tipo espinélio são óxidos com fórmula química MFe_2O_4 , onde M é um íon metálico divalente. Estes materiais apresentam configuração cúbica do tipo espinélio inverso, e são materiais cerâmicos ferrimagnéticos, cuja composição química é formada por uma mistura dos óxidos de MgO , Ga_2O_3 e Fe_2O_3 . Nesses materiais os oxigênios formam uma estrutura cúbica simples compacta com 64 sítios de coordenação tetraédrica e 32 sítios de coordenação octaédrica, no qual 8 sítios de coordenação tetraédrica e 16 sítios de coordenação octaédrica são ocupados por cátions. No espinélio normal o íon de Mg^{2+} ocupa os sítios tetraédricos e os íons de Ga^{3+} e Fe^{3+} ocupam os sítios octaédricos. Na estrutura de espinélio inverso os sítios de coordenação tetraédrica são ocupados por íons de Ga^{3+} e Fe^{3+} , enquanto os sítios de coordenação octaédrica são ocupados por íons de Ga^{3+} e Fe^{3+} e Mg^{2+} [2-4].

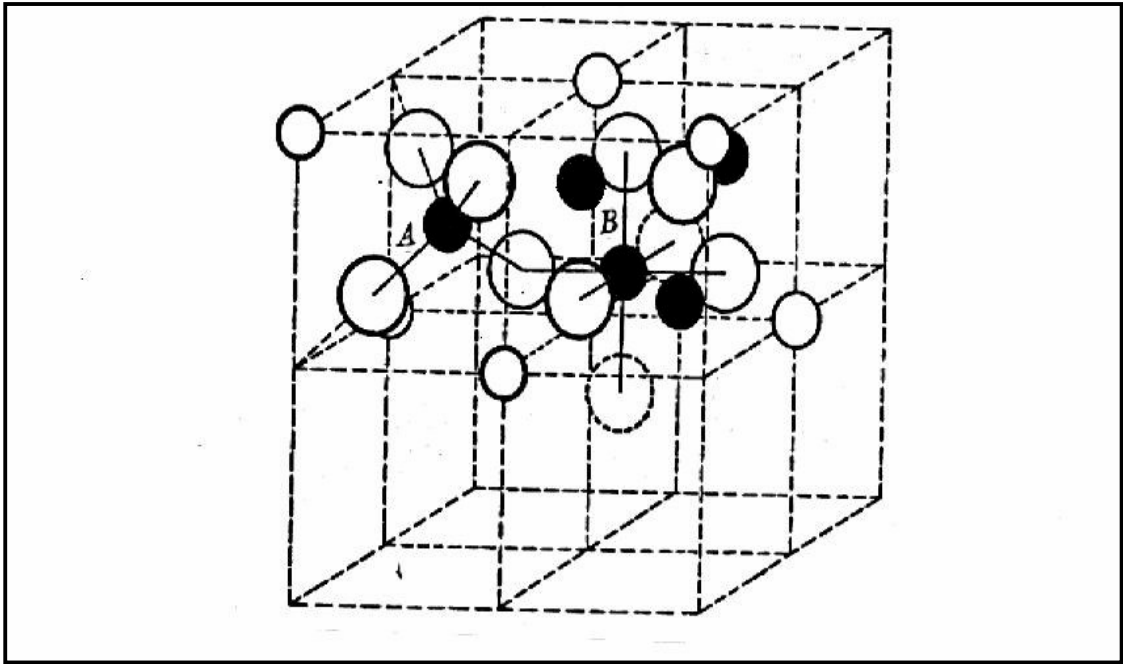


Figura 1.1 – Estrutura cúbica simples do espinélio, onde A refere-se ao sítio tetraédrico e B refere-se ao sítio octaédrico [2].

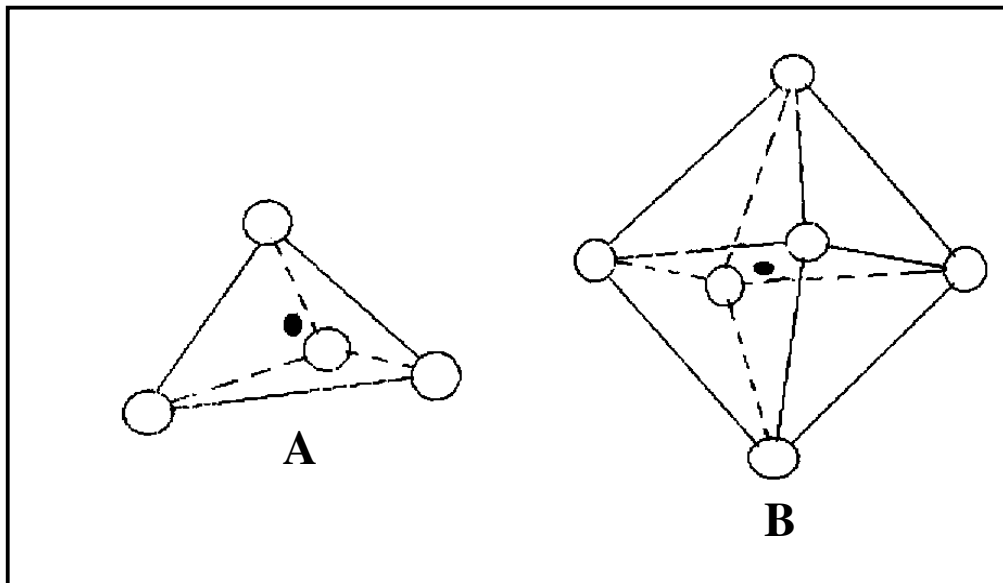


Figura 1.2- Representação dos sítios: (A) simetria tetraédrica e (B) simetria octaédrica [2].

1.4. Justificativas e importância para o tema proposto

Com o estudo das propriedades magnéticas e elétricas da ferrita de galáto de magnésio, podemos encontrar algumas aplicações no ramo da engenharia, pois essas ferritas possuem uma alta resistividade elétrica e propriedades magnéticas interessantes. A produção mundial das ferritas permanece sempre crescendo ao longo dos anos, conforme apresentado pela Figura 1.3. O crescimento atinge aproximadamente 5-15%, considerando um custo anual total da ferrita de \$ 3-4 milhões [5].

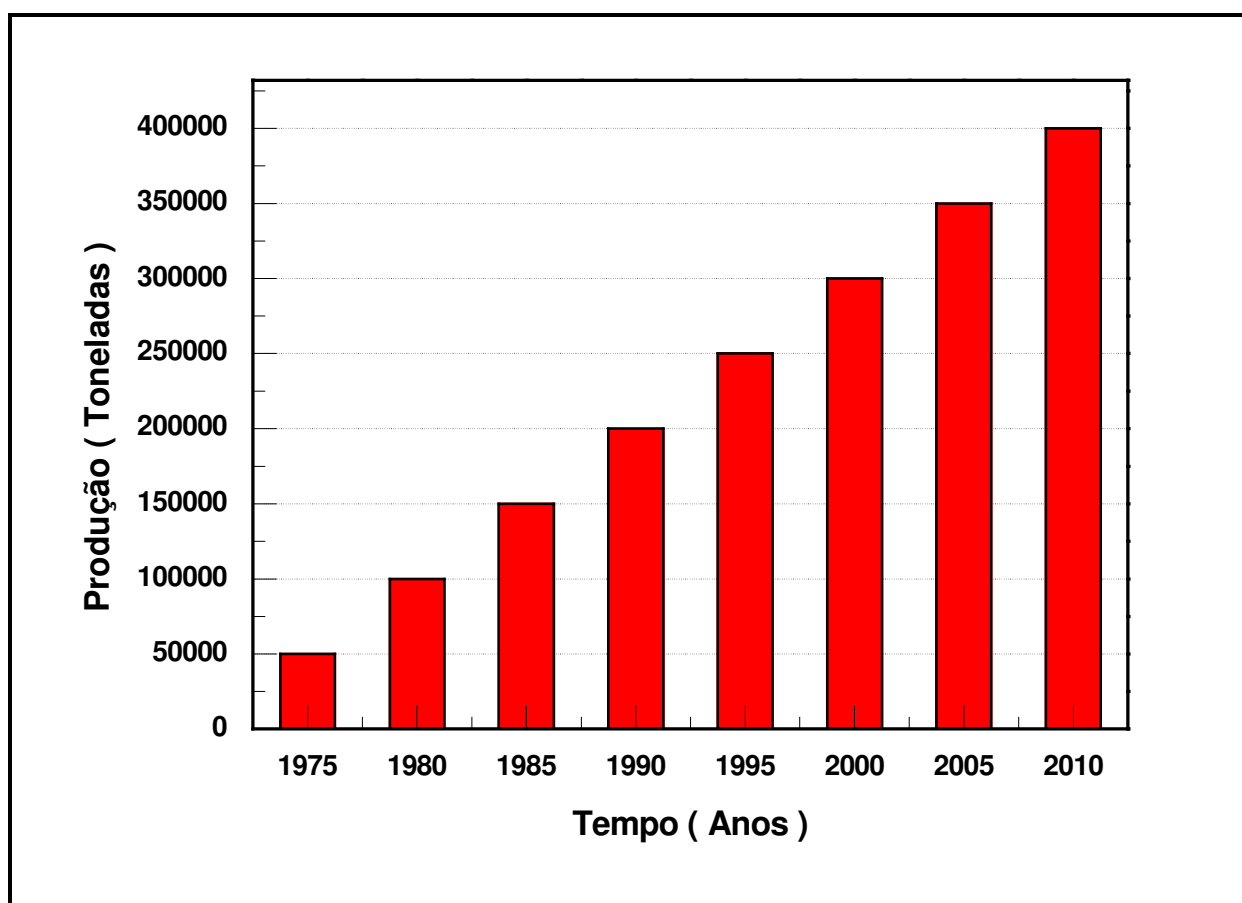


Figura 1.3- Produção mundial das ferritas magnéticas entre 1975-2010 [4].

Após cinco décadas de desenvolvimento, em termos da quantidade, a China ultrapassou o Japão e tornou-se primeiro no mercado de materiais magnéticos. Os materiais magnéticos chineses são, entretanto, de uma classe mais barata e mais baixa. As vendas de materiais magnéticos chineses foi estimado em quase \$3 bilhões em 2002. Levantando-se em uma taxa de crescimento anual média de 12,1%, as vendas alcançarão \$5,3 bilhões em 2007 [6].

Os materiais magnéticos moles alcançaram uns \$1.915 milhões, estimados em 2002. Com um taxa de crescimento anual média de 9,6%, as vendas em 2007 esperam-se alcançar \$3.028 milhões.

As vendas dos materiais magnéticos duros foi estimado em \$1.065 milhões em 2002, e esperadas levantar-se a \$2.247 milhões em 2007 em uma taxa de crescimento anual média de 16,1%. Em 2002, a produção de materiais magnéticos moles eram de 78.000 toneladas. Por volta de 2007, a produção dos materiais magnéticos moles alcançará 157.000 toneladas [6].

Em 2002, a produção de materiais magnéticos duros e de NdFeB foi ao redor 211.500 toneladas e 9.800 toneladas respectivamente, e a produção de AlNiCo e do SmCo alcançou 3.500 toneladas e 140 toneladas. Em 2007, a produção de materiais magnéticos duros e NdFeB alcançarão 343.000 toneladas e 26.700 toneladas, respectivamente. Espera-se uma produção de SmCo alcançando 165 toneladas e de AlNiCo remanescerá 4.200 toneladas em 2007 [5]. Na Figura 1.4 é apresentada a venda de materiais magnéticos moles e duros na China em (\$ milhões) no ano de 2002 e uma estimativa para o ano de 2007 [6].

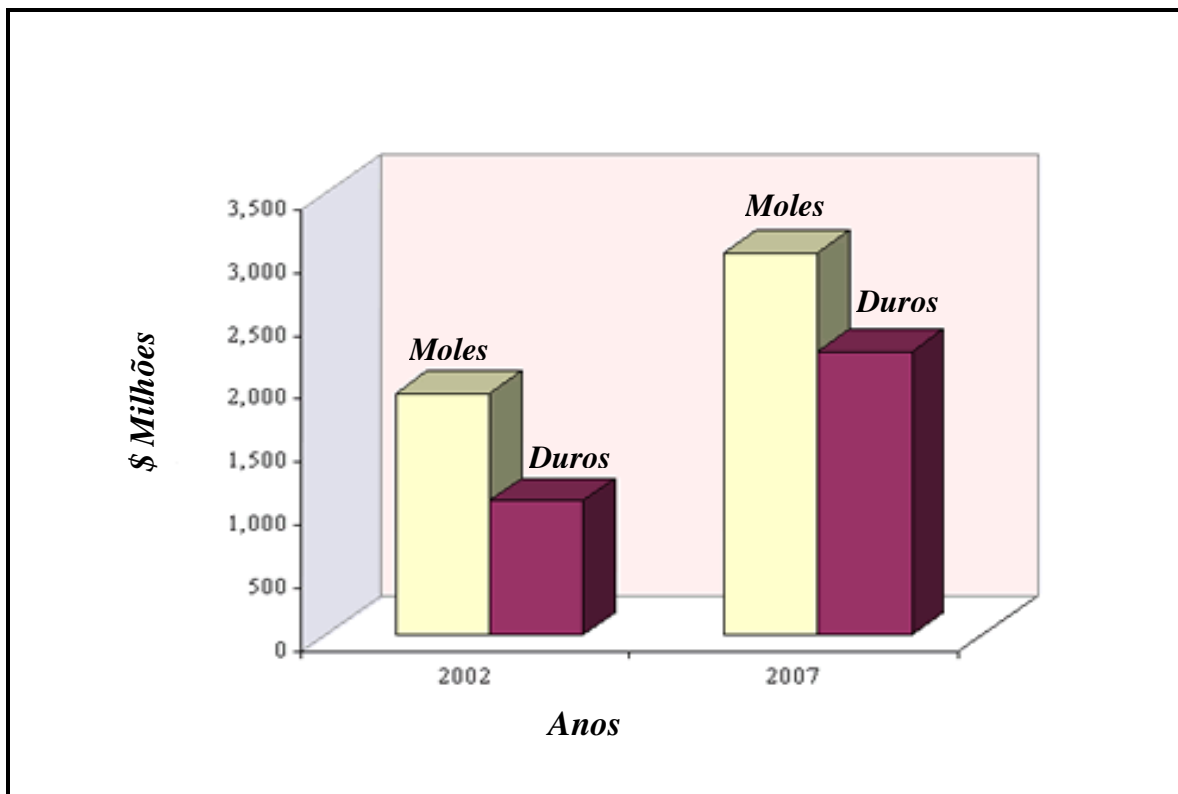


Figura 1.4- Materiais magnéticos na China: Vendas e previsão atual, 2002 e 2007 (milhões de \$) [6].

As ferritas possuem muitas aplicações como materiais magnéticos moles e duros, a televisão é uma das invenções das mais populares do século 20. Recentemente, houve uma necessidade de crescimento para novos CRTs com as telas mais brilhantes, com definição mais elevada, como é evidente na comercialização de exposições de cristal líquido. Os componentes da ferrita para CRTs terão que se transformar menores ao conseguir níveis de desempenho mais elevado. Ao mesmo tempo, os fabricantes de ferrita japonesa estão sendo compelidos reduzir custos de gastos de fabricação para superar a taxa de troca, levantando-se do yen. Concomitantemente, é agora que os componentes da ferrita do CRT incorporam o desempenho e custam as vantagens, começando com o estágio do projeto. As tevês e outras exposições da imagem incorporam uma variedade de ferrita, tais como garfos de deflexão, transformadores de flyback (FBT), componentes da convergência, bobinas das linearidades, bobinas de bloqueador do transformador e dispositivos da supressão do ruído.

Estes componentes usam as ferritas de Mn-Zn, Mg-Zn e as ferritas de Zn-Ni. Fornecendo uma resistência mais baixa, as ferritas de Mn-Zn foram usados com enrolamento toroidal. Mas devido aos problemas, foram substituídos gradualmente pelas ferritas de Ni-Zn, que caracterizaram uma resistência mais elevada.

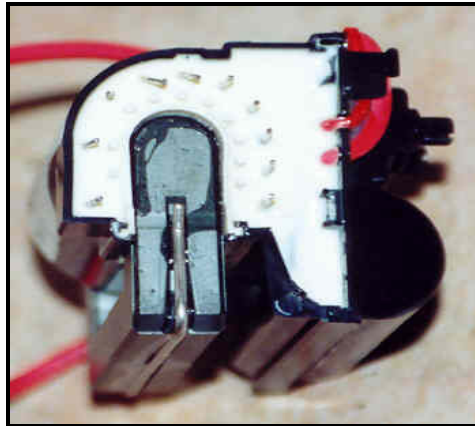


Figura 1.5- Ferritas de zinco e Níquel para transformadores de flyback[6]

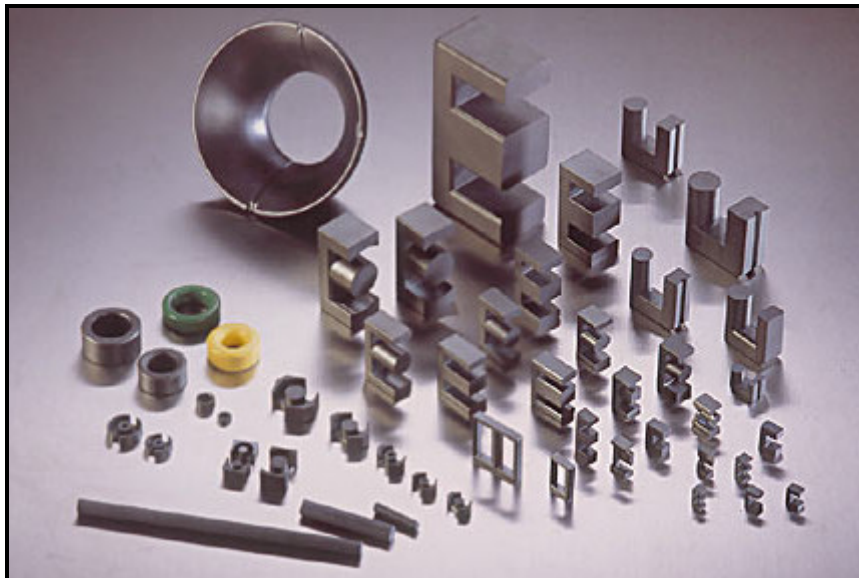


Figura 1.6- Ferritas de manganês e zinco (Mn-Zn) [6]



Figura 1.7- Ferritas para núcleos de transformadores [6]

Atualmente, os fabricantes japoneses selecionam as ferritas de Mg-Zn para seus custos materiais baixos. Os ferritas de Mn-Zn têm a vantagem de possuir perda magnética baixa e densidade elevada de fluxo magnético, fazendo materiais apropriados para núcleo de transformadores. Além disso, seu desempenho da perda do núcleo está sendo melhorado, usando tecnologias do controle da estrutura do micro-cristal. A empresa japonesa Fujitsu apresentou uma nova ferrita para transformadores à base de manganês e zinco (Mn-Zn), conforme apresentada nas Figuras 1.7 e 1.8, que possui uma alta densidade de saturação de fluxo magnético, já verificada em materiais desse tipo. A principal aplicação do material é como núcleo de transformadores para carros e inversores para telas de cristal líquido [7].

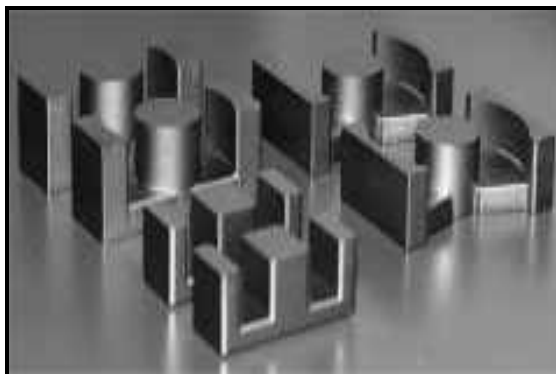


Figura 1.8- Ferritas de manganês e zinco para núcleos de transformadores [7].

Para os núcleos de transformadores com aplicação em automóveis, exige-se uma capacidade de operação sob severas condições de temperatura, devido ao calor gerado pelo motor. É por isto que se requer uma alta densidade de saturação de fluxo magnético em altas temperaturas.

O novo material produzido otimiza-se o método de sinterização e altera-se a temperatura Curie para uma temperatura mais alta, pela alteração da composição da ferrita.

Quando esta ferrita é utilizado em bobinas, o volume do produto final pode ser diminuído entre 15 e 20%, em comparação com os produtos tradicionais. Este novo produto, a ferrita de Mn-Zn com uma alta densidade de saturação de fluxo magnético será como "a série 4H". A vontade da FDK traz primeiramente os dois produtos, "o material 4H45" que tem a densidade magnética do fluxo de saturação de 450mT em 100 °C e "o material 4H47" com o 470mT em 100 °C ao mercado [7].