

10 CONCLUSÕES

Foi projetado e construído um sistema de SQUID para quantificar nanopartículas magnéticas. O procedimento utilizado neste trabalho para as partículas que são superparamagnéticas à temperatura ambiente é chamado de termorremanência e consiste em diminuir a temperatura da amostra com campo aplicado desde 300 K até a 4,2 K para depois desligar o campo e medir a magnetização remanente. Usando nossos equipamentos e procedimento, obtivemos sensibilidade (fluxo por momento magnético) de $66 \times 10^9 \Phi_0/\text{Am}^2$ e o limite de detecção em termos de momento magnético de $27 \times 10^{-15} \text{Am}^2$.

Foram desenvolvidos modelos computacionais dos SQUIDs que permitem prever sua sensibilidade. No caso do SQUIDi, o modelo analítico baseado nas integrais elípticas tabeladas em [10] que simulam a geometria do furo do SQUID difere do valor experimental em 8,6 %. No modelo baseado no método de elementos finitos onde a região da fenda é levada em conta esta diferença cai para 8,0 %. A diferença entre o segundo modelo em relação ao primeiro, quando os dois levam em conta apenas o furo é de 0,3 %. Isto legitima o modelo de elementos finitos que pode ser usado para prever comportamentos de geometrias mais complexas, impossíveis de serem simuladas pelo modelo analítico.

As diferenças principais entre nosso procedimento de medição e o da literatura são: o fato de ser feita à temperatura criogênica e de a amostra ser introduzida dentro de um furo do SQUID.

Foi depositada no INPI, uma patente referente a este procedimento e instrumentação: “Método e Aparato para Detecção de Nanopartículas Magnéticas”, PI 0801514.

As vantagens do aparato experimental no nosso trabalho em comparação aos da literatura é que o SQUID maciço de baixa temperatura crítica pode ser fabricado em uma oficina mecânica a partir

de um cilindro de nióbio. A junção Josephson é implementada de uma forma extremamente simples sendo necessário apenas dois pedaços de fio de nióbio que são entortados para se fixarem nos furos feitos no SQUID para este fim. O aumento no diâmetro destes fios de 0,4 mm para 0,8 mm simplificou muito a perfuração feita para eles no corpo do SQUID. Depois de estabelecido o ajuste da pressão deste contato, ele permanece estável.

Uma das poucas desvantagens é todo o aparato experimental relativo ao uso de hélio líquido: aquisição, transporte, linhas de recuperação etc.

Foi adquirido pelo nosso laboratório um criorrefrigerador que irá permitir trabalhar com SQUID maciço de nióbio sem uso de hélio líquido. Com este equipamento será possível aplicar campos de magnetização maiores e aumentar a resolução do sistema. Outra mudança prevista no procedimento quando for usado o novo equipamento é a possibilidade de realizar o ajuste da junção Josephson na temperatura criogênica o que vai permitir que o SQUID trabalhe em um ponto de operação com mais sensibilidade e estabilidade.