

1 Introdução

Nanopartículas e filmes finos de magnetita têm atraído muito interesse de varias áreas de pesquisa devido suas características singulares que permitem diversos tipos de aplicações.

As nanopartículas de magnetita (Fe_3O_4), maghemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) e outras ferritas magnéticas vêm sendo de grande interesse para aplicações na área biomédica. Três aplicações principais destas nanopartículas vêm sendo estudadas nesta área: como agentes de contraste em estudos de ressonância [1, 2], como transportadores de drogas para áreas específicas do corpo [3, 4], diminuindo as doses necessárias para alcançar uma alta concentração local sem sobrecarregar o organismo [5], e para aplicação na magnetohipertermia [6, 7, 8]. Neste tratamento, as partículas são dispersas no tecido doente, onde ocorre a destruição de células cancerígenas por aquecimento das nanopartículas ao aplicar um campo magnético alternado com intensidade e frequência suficiente para provocar uma elevação na temperatura destas [9, 10]. Este tratamento está baseado na observação de que células tumorais são menos resistentes ao aumento da temperatura quando comparadas com uma célula saudável. No intervalo de temperaturas de 41-46 °C haverá morte das células tumorais sem haver danos às células normais [11]. Por possuir baixa toxicidade e ser biocompatível, a magnetita pode ser utilizada neste tipo de tratamentos [12, 13]. É desejável que as partículas, utilizadas para este tipo de aplicações, sejam superparamagnéticas, sem magnetização remanente após a retirada do campo externo [14]. Nestes tipos de aplicações as nanopartículas magnéticas são empregadas na forma de ferrofluidos. Elas são misturadas em meio líquido, utilizando uma cobertura polimérica tensoativa, para impedir sua aglomeração (devido ao efeito das forças magnéticas e/ou de Van der Waals) [15, 16]. As nanopartículas magnéticas também são estudadas para outras aplicações como a descontaminação de águas, como a contenção de derramamentos de óleo na água [17, 18], e outras aplicações tecnológicas [19-24]

Por outro lado, os filmes de óxido de ferro vêm sendo estudados para aplicações em diferentes tipos de dispositivos devido as suas interessantes propriedades ópticas, magnéticas e semicondutoras, as quais podem ser controladas através de parâmetros de fabricação [25]. Os filmes semi-metálicos de Fe_3O_4 têm atraído o interesse pela característica de combinar uma polarização de spin 100 % com uma alta temperatura de Curie [26-29] e por ter uma condutividade relativamente alta [27]. Estes vêm sendo de grande interesse devido a propriedades de spin em um material isolante, por este motivo, são candidatos para aplicações em spintrônica [30, 31], como em dispositivos magnetoresistivos ou junções de tunelamento magnético [27, 32, 33]. Estas Junções de tunelamento magnético contendo magnetita têm sido fabricadas com sucesso [32, 34]. Também vem sendo de grande interesse o estudo da temperatura de transição Verwey e as propriedades de transporte observadas em filmes finos de magnetita [34].

Este trabalho consistiu em duas etapas: primeiramente na síntese e caracterização de nanopartículas de magnetita; em segundo lugar foram produzidos e caracterizados filmes finos de magnetita.

A síntese das nanopartículas foi através do método de co-precipitação a partir da mistura de sais dos ferros divalente e trivalente com adição de hidróxido. Foram obtidas partículas de tamanhos da ordem de 10 nm, este tamanho e distribuição varia conforme os parâmetros utilizados durante a síntese (concentração de reagentes, pH, temperatura, adição de íons suplementares, dosagem e agitação). As partículas foram observadas no microscópio eletrônico de transmissão (TEM) e submetidas a análises de difração de raios-x (XRD), espectroscopia Mössbauer, calorimetria diferencial de varredura (DSC), e magnetometria de amostra vibrante (VSM), para estudar suas propriedades estruturais e magnéticas.

Na segunda parte do trabalho foram produzidos arranjos litografados de filmes finos de magnetita. Os alvos de magnetita, para a deposição, foram produzidos por compactação das nanopartículas sintetizadas anteriormente. A deposição foi realizada pelo sistema de pulverização catódica usando fonte de radiofrequência (sputtering RF). Antes de realizar a deposição no substrato com máscara preparada por litografia foram depositados vários filmes em substratos de silício de orientação (111), sem máscara, para estudar as melhores condições de

crescimento dos filmes. Estes filmes foram analisados por refletividade de raios-x, difração de raios-x, e foram medidas sua magnetização e resistividade no VSM. Os padrões litografados foram observados por microscopia de varredura (SEM) do próprio litógrafo, microscopia de força atômica (AFM) e microscopia de força magnética (MFM).