

## Resumo

A spintrónica visa a incorporação do spin como grau de liberdade na electrónica convencional com o objectivo de desenvolver novas tecnologias de informação com desempenhos melhorados, baixos consumos energéticos e/ou novas funcionalidades. O seu desenvolvimento teve como suporte inicial os dispositivos magnetoresistivos, em particular os baseados na magnetoresistência gigante e na magnetoresistência por efeito de túnel, construídos com multicamadas de metais ferromagnéticos. A integração de semicondutores em dispositivos spintrónicos será o próximo estágio de desenvolvimento desta tecnologia, pelo que o desenvolvimento de materiais combinando propriedades semicondutoras e ferromagnéticas é de importância crucial. Estes materiais facilitarão a integração de materiais ferromagnéticos com a actual tecnologia dos semicondutores e serão fundamentais para a construção de dispositivos que permitam a amplificação de sinais usando portadores de carga fortemente polarizados.

O magnetismo e as propriedades semicondutoras coexistem em materiais conhecidos como os calcogenetos de Eu e as espinelas semicondutoras ferrimagnéticas ou ferromagnéticas. Contudo, estes semicondutores magnéticos são difíceis de crescer, são incompatíveis com os materiais semicondutores mais comuns, como por ex. o Si e o GaAs, e têm temperaturas de Curie muito baixas ( $T_c < 100$  K). Como materiais alternativos surgem os chamados semicondutores dopados magnéticos com origem em semicondutores não magnéticos dopados com elementos magnéticos, usualmente elementos de transição. De entre estes materiais, o óxido de titânio dopado com cobalto,  $\text{Co:TiO}_2$ , tem sido alvo de especial interesse devido às suas elevadas temperaturas de Curie ( $T_c > 650$  K), o que permite perspectivar a sua utilização em dispositivos que operem nas habituais gamas de temperatura de funcionamento da electrónica convencional.

Contudo, apesar do sistema  $\text{Co:TiO}_2$  apresentar propriedades ferromagnéticas, ainda não existe uma demonstração clara de que o ferromagnetismo nestes materiais é mediado por portadores. Além disso, os filmes de  $\text{Co:TiO}_2$  são frequentemente relatados na literatura como sendo ferromagnéticos mas isolantes, inúteis por isso para aplicações em dispositivos spintrónicos. Este é um problema chave que só poderá ser resolvido através da capacidade de ajustar a densidade de portadores do tipo  $n$  nestes materiais.

O trabalho de investigação que conduziu a esta tese teve como objectivo a deposição assistida por laser pulsado (PLD) e o estudo das propriedades estruturais, microestruturais, químicas e físicas de filmes finos de semicondutores dopados magnéticos com elevado Tc, baseados no sistema Co:TiO<sub>2</sub>. O aumento da densidade de portadores foi conseguido adicionando uma pequena quantidade de hidrogénio à fase gasosa durante o processo de crescimento dos filmes.

A técnica de difracção de raios-X foi utilizada para estudos de identificação de fases e cristalinidade. Verificou-se ser possível a síntese de filmes finos de elevada qualidade cristalina sobre cristais de safira - Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0001). A composição química das amostras produzidas foi determinada através da técnica de espectrometria de retrodifusão de Rutherford, tendo-se concluído que a distribuição do Ti é homogénea tanto na superfície como em profundidade. A razão Co:Ti foi também calculada para a maior parte dos filmes produzidos. Para o cálculo da espessura e do hiato energético dos filmes utilizou-se a espectroscopia UV-VIS-IV próximo (300–1100nm), tendo como amostra de referência o substrato de safira.

A resistividade dos filmes finos foi medida pelo método padrão de quatro pontas, e as curvas de histerese da magnetização foram registadas por magnetometria de amostra vibrante, desde a temperatura ambiente até 10 K. A curva que descreve a evolução da magnetização de saturação com a temperatura não é a esperada para um material ferromagnético, sugerindo antes um comportamento híbrido que poderá ser devido à presença de nanoagregados de Co. Este comportamento foi confirmado por medidas de dicroísmo circular magnético que puseram em evidência não só a presença de uma banda em ~2 eV associada às transições no cobalto, mas também uma banda larga em ~2.8 eV que poderá ser devida ao desdobramento da banda de condução do óxido de titânio por interacção com o spin dos iões magnéticos, mostrando assim que o comportamento magnético das amostras está directamente relacionado com a rede da titânia.

**Palavras chave:** TiO<sub>2</sub> dopado com cobalto, filmes finos, deposição com laser pulsado, absorção/transmissão óptica, comportamento ferromagnético/paramagnético.