

1 Introdução

A constante evolução das tecnologias de telecomunicações tem se refletido ultimamente nos sistemas de microondas, gerando grandes esforços no desenvolvimento de novas estruturas e materiais para circuitos planares de microondas. A crescente demanda de sistemas banda larga móveis sem fio, o surgimento de sistemas de RF banda larga sobre fibra e a necessidade de integração com circuitos opto-eletrônicos são alguns exemplos de aplicações nesta faixa de frequências. Diversas frentes de pesquisa atuais visam ou à miniaturização dos circuitos, melhoria de eficiência de acoplamento, aumento de banda ou redução de perdas. Entre elas, encontra-se a utilização de materiais ferroelétricos, cujas propriedades dielétricas podem ser alteradas com a aplicação de uma tensão elétrica, permitindo a fabricação de uma nova classe de dispositivos ativos compactos; contudo, esses materiais têm desvantagens como altas perdas e dificuldades de fabricação.

Ao mesmo tempo, o mundo atravessa uma era dominada pelas comunicações ópticas. Sua disseminação gera constantemente a necessidade de novos componentes ópticos para os sistemas, que sejam mais eficientes e possuam maior capacidade e menor custo. A utilização quase unânime de fibras ópticas de sílica (SiO_2) em telecomunicações torna desejável que esses novos componentes sejam compatíveis com a sílica: índice de refração, tamanho, estrutura. Esse fato é um grande incentivo à pesquisa de novos materiais vítreos. A polarização eletro-térmica (*thermal poling*) tem se mostrado uma forma de produzir dispositivos eletro-ópticos ativos a partir de vidros utilizados como substratos passivos de guias de onda ópticos. Esse processo altera localmente as propriedades dielétricas do material do substrato, permitindo gerar efeitos ópticos não-lineares ou diminuir suas perdas na faixa de microondas.

Este trabalho propõe empregar os processos de tratamento eletro-térmico utilizados nos substratos ópticos para aplicação em componentes e dispositivos planares na faixa de microondas. Em especial, desejam-se produzir efeitos similares a algumas propriedades de materiais ferroelétricos, como a possibilidade

de sintonia pela variação da constante dielétrica com a aplicação de um campo elétrico externo a substratos convencionais de microondas. Com isso, poder-se-iam substituir os materiais ferroelétricos de altas perdas e difícil fabricação e desenvolver componentes como chaves, acopladores e atenuadores variáveis e filtros de microondas de forma simplificada.

Duas frentes de trabalho são abordadas. Na primeira, verificam-se os efeitos dos tratamentos eletro-térmicos nas propriedades dielétricas da alumina, substrato tradicional para circuitos planares de microondas. Na segunda, aborda-se a utilização dos vidros boro-silicato e sodo-cálcico como substrato para microondas. Esses vidros podem ser utilizados como substratos para a fabricação de guias de onda ópticos, mas possuem altas perdas na faixa de microondas. Os tratamentos eletro-térmicos são utilizados no boro-silicato para aplicações ópticas. Neste trabalho, são avaliados os efeitos obtidos na faixa de microondas, como redução de perdas e possibilidade de sintonização.

No capítulo 2, faz-se uma descrição da abordagem e da motivação do trabalho. É apresentado um panorama dos desenvolvimentos e tendências recentes em microondas que antecedem e ambientam essa área. Em seguida, é feita uma breve introdução aos tratamentos eletro-térmicos e suas utilizações atuais em eletro-óptica. Os fatores apresentados nesse capítulo motivaram essa pesquisa.

O capítulo 3 descreve o arranjo experimental desenvolvido no laboratório, os equipamentos utilizados e os procedimentos para o tratamento. O capítulo 4 apresenta técnicas de caracterização microscópica dos materiais modificados, através da análise de sua estrutura química e estrutural. São apresentados e caracterizados os substratos escolhidos para utilização nesse trabalho. A avaliação microscópica da alumina para a aplicação do tratamento eletro-térmico é discutida e as características dos vidros escolhidos para os experimentos são fornecidas.

O capítulo 5 versa sobre métodos de caracterização elétrica macroscópica em microondas dos materiais tratados. Esse capítulo apresenta técnicas propostas para medir e quantificar as alterações impostas nas propriedades dielétricas dos materiais e seus efeitos em sinais RF de microondas. Os procedimentos para o projeto, confecção e medição dos circuitos planares de microondas são descritos.

O capítulo 6 trata dos procedimentos de simulação e experimentais realizados. Primeiro, são utilizadas simulações para verificar o potencial do método e definir a configuração dos circuitos de microondas para otimizar o

aproveitamento dos efeitos gerados. Apresentam-se as características de tratamentos eletro-térmicos realizados e na alumina e nos dois tipos de vidro considerados. Segue-se uma análise microscópica das amostras tratadas e a caracterização em microondas.

Faz-se uma discussão sobre os resultados obtidos neste trabalho no capítulo 7 e são apresentadas conclusões. Por fim, ficam registradas algumas perspectivas e sugestões para o prosseguimento do trabalho.