

5 Conclusões e propostas para trabalhos futuros

5.1. Conclusões

O desenvolvimento desta pesquisa a cerca do estudo das homojunções e heterojunções em cerâmicas com relação ao seu desenvolvimento microestrutural, caracterização e degradação permitiu estabelecer as seguintes de conclusões:

- 1) A densificação da cerâmica varistora é um dos objetivos. Porém a amostra composta somente pelas bases (ZS) apresentou grau de densificação inferior a 95%, mas quando são adicionados os dopantes este valor fica próximo de 100%. Este comportamento mostrou que o cobalto associado ao praseodímio elevou a densificação.
- 2) A homogeneização com moinho de bolas foi mais eficiente quando comparada com a realizada com o gral de ágata, proporcionando uma melhor distribuição nos dopantes e elevando a densificação da pastilha varistora.
- 3) No estudo a respeito do desenvolvimento microestrutural das homojunções e heterojunções, verificou-se que a temperatura de sinterização adequada é de 1340°C. Nestas condições a volatilização do ZnO associada ao caráter catalítico do SnO₂ foi inibida. Para amostra submetida a este ciclo, grãos ricos em estanho formaram heterojunções ao se conectarem a grãos de uma fase espinélio (Zn₂SnO₄). Com este resultado foi obtida a microestrutura desejada nesta tese. Para as amostras submetidas a ciclos com temperatura de sinterização superiores a 1340°C fases compostas por ZnO não estavam presentes.
- 4) A amostra ZS não apresentou comportamento típico varistor ficando próximo do comportamento ôhmico, porém ao se adicionar o cobalto

(ZSC) o comportamento fica mais próximo a de um semiconductor com características varistoras. A adição do cobalto favorece a formação da camada de depleção. A adição do praseodímio aprimorou o comportamento varistor, pois proporcionou a melhor distribuição dos dopantes nos contornos de grão.

- 5) Com relação à caracterização elétrica a amostra 48h - ZSCPTa_{μm} – 4 (amostra completa) apresentou caráter não-ôhmico. Este comportamento pode ser comprovado pela curva V x I que apresentou as três regiões típicas (pré-ruptura, ruptura e retorno) bem definidas, assim como pela curva C x V que mostrou comportamento semiconductor. Nesta amostras as heterojunções formadas por junções entre grãos de óxido de estanho e grãos de uma fase espinélio (Zn₂SnO₄) foram formadas, o que permitiu concluir que este tipo de microestrutura apresenta transporte de carga do tipo não-linear.
- 6) A amostra 48h - ZSCPTa_{μm} – 4 apresentou valor de coeficiente de não-linearidade inferior aos dos varistores comerciais, mas esta tese não tem como objetivo produzir um varistor do tipo comercial e sim verificar se uma microestrutura composta por homojunções e heterojunções com base no sistema binário ZnO-SnO₂ iria apresentar comportamento varistor.
- 7) A respeito da estabilidade da amostra quando aplicadas a valores mais elevados de tensões, observou-se que a amostra 48h - ZSCPTa_{μm} – 4 foi instável. A adição de outros dopantes como Al e Ga podem aprimorar este resultado.
- 8) O fator de qualidade foi superior para a amostra 48h - ZSCPTa_{μm} – 4. A redução da concentração de doadores diminuiu a corrente de fuga e o aumento da concentração de estados interfaciais eleva o comportamento semiconductor; e todos estes fatores levam a melhora do fator de qualidade.

5.2. Propostas para trabalhos futuros

Através da análise dos resultados alguns trabalhos futuros podem ser sugeridos:

- 1) Um estudo mais aprofundado a respeito do processamento cerâmico poderia levar a melhores propriedades varistoras. Uma sugestão seria a utilização de prensagem isostática a quente para elevar a densificação da peça e a adição de dopantes que funcionam como agentes promotores de sinterização, favorecendo os mecanismos sinterizantes.
- 2) Realizar uma investigação mais aprofundada sobre a formação de camadas intergranulares. O uso do MET para esta investigação seria apropriado. Esta investigação é importante para a melhor compreensão do comportamento elétrico através das junções formadas.
- 3) Usar precursores nanoestruturados e comparar com os resultados das amostras feitas a partir de precursores microestruturados. Estudos sobre a formação microestrutural comparados com os resultados elétricos.
- 4) Produzir um bi-cristal (ZnO-SnO_2). Após a produção do bi-cristal comparar os resultados elétricos com os de amostras microestruturadas e nanoestruturadas.