

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA E CIÊNCIA DOS MATERIAS

"ESTUDO DA POLARIZAÇÃO FERROELÉTRICA
NO COPOLÍMERO P(VDF-TrFE)".

Neri Alves

Tese apresentada ao Instituto de Física e Química
de São Carlos, para a obtenção do título de:
Doutor em Ciências (Física Aplicada)

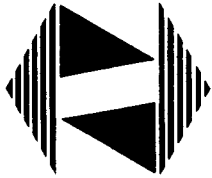
Orientador: Prof. Dr. José Alberto Giacometti



Departamento de Física e Ciência dos Materiais

São Carlos - 1992

SERVIÇO DE BIBLIOTECA E INFORMAÇÃO - IFQSC
FÍSICA



**IFQSC UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO**
Instituto de Física e Química de São Carlos

Fone (0162) 72-6222
Fax (0162) 72-2218

Av. Dr. Carlos Botelho, 1465
Caixa Postal 369
CEP 13560 - São Carlos - SP
Brasil

MEMBROS DA COMISSÃO JULGADORA DA TESE DE DOUTORADO DE NERI ALVES APRESENTADA AO INSTITUTO DE FÍSICA E QUÍMICA DE SÃO CARLOS, DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, EM 29.04.92

COMISSÃO JULGADORA:

Prof. Dr. José Alberto Giacometti

Prof. Dr. Roberto Mendonça Faria

Prof. Dr. Glaucius Oliva

Prof. Dr. Yoshio Kawano

Prof. Dr. José Arana Varella

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese à:

*Pequenina Laís
minha filha*

*Roselaine
minha esposa*

*Jorge e Luzia
meus pais*

AGRADECIMENTOS

Manifesto minha gratidão a todos aqueles que direta, ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho. Em especial agradeço...

- Ao Prof. José Alberto Giacometti pela dedicação na orientação desta tese, apoio, e a amizade que se solidificou durante esses anos.
- Ao Prof. Osvaldo N. Oliveira Jr. Pelo incentivo, amizade, participação nas discussões, sugestões e correções.
- Aos Prof. Roberto M. Faria, Guilherme F. Leal Ferreira e Mariangela T. Figueiredo, pelas constantes discussões.
- Ao Prof. Carlos de O. P. Santos pelo companheirismo, amizade, e em especial pelo auxílio prestado a este trabalho no que diz respeito aos assuntos de raios X.
- Aos Profs. do Departamento de Ciências Ambientais, que me substituíram durante o afastamento integral, em especial aos Profs. Silvio R. Teixeira, Angel V. Peña e Homero M. Gomes (companheiro de viagens).
- Aos amigos, alunos de iniciação científica e mestrado, os quais, de maneira muito saudável, proporcionaram uma enriquecedora experiência do trabalho em equipe. São eles: Nilton G. Silva, Gerson Minami, Mauro M. Costa, Jorge F. Bauer, Alessandra C. Holmo, Clever Chignalia, Valtencir Zucolotto e Odemir M. B.
- Aos funcionários do grupo de Eletretos, que nos prestaram serviços com empenho e presteza. Ademir Soares, José Roberto Bertho, Níbio Mangerona e Yvone B. Lopes.
- Às pessoas de outros departamentos e instituições que nos

auxiliaram em técnicas complementares. J. Augusto L. Rocha (cristalografia); Prof. Ana Maria (Dpto. de Química); Prof. Clovis (Inst. Química - Araraquara); Marcelo Macedo (Grupo de materiais).

- E finalmente a todos os colegas do Grupo de Eletretos, os quais propiciaram uma agradável convivência, neste importante período de minha vida. Em especial cito José A. Malmonge, Alfredo Jorge e Dante L. Chignalia, companheiros desde a minha chegada a São Carlos.

- Manifesto ainda o agradecimento à FCT - UNESP - PP, e à CAPES/PICD, pelo apoio financeiro.

ÍNDICE

Índice de figuras	i
Índice de tabelas	vii
Resumo	viii
Abstract	ix
CAPÍTULO I. INTRODUÇÃO	1
CAPITULO II. OS POLÍMEROS FERROELÉTRICOS	7
II.2. Aspectos gerais do PVDF e P(VDF-TrFE)	8
II.2. Aspectos estruturais do PVDF e dos copolímeros de P(VDF-TrFE)	11
II.2.1. A estrutura do PVDF- β	11
II.3. A estrutura dos copolímeros P(VDF-TrFE)	12
a) fase FB	13
b) fase paraelétrica (FP)	14
c) fase FA	14
II.4. Referências	17
CAPÍTULO III. PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES DE COPOLÍMEROS P(VDF-TrFE)	19
III.1. Preparação de filmes por solução	20
III.2. Características gerais dos filmes	23
III.2.1. Difratoograma de raios-x	23
III.2.2. Espectroscopia de infravermelho	24
III.2.3. Calorimetria de varredura diferencial (DSC)	24
III.2.4. Medidas da constante dielétrica	27
III.3. Comentários finais	28
III.3. Referências	29

CAPÍTULO IV.	DETERMINAÇÃO DO GRAU DE CRISTALINIDADE DO P(VDF-TrFE)	31
IV.1.	Determinação da cristalinidade - difratometria de raios x.	33
IV.2.	Cristalinidade do P(VDF-TrFE) - 80/20 em função da temperatura de tratamento térmico	35
IV.3.	Cristalinidade do P(VDF-TrFE) -70/30 em função da temperatura de tratamento.	36
IV.4.	Cristalinidade do P(VDF-TrFE) - 60/40 em função da temperatura de tratamento.	39
IV.5.	Resultados complementares	40
IV.6.	Conclusões	42
IV.3.	Referências	44
CAPÍTULO V.	O TRIODO DE CORONA COM CORRENTE CONSTANTE	45
V.1.	Princípio de funcionamento	46
V.2.	Nova montagem do triodo de corona	48
V.2.1.	Sistema de aquisição de dados	49
V.3.	Subida de potencial com corrente constante	50
V.4.	Potencial de superfície em um material ferroelétrico	51
V.5.	Determinação de P_R e E_C através da curva de potencial de superfície	53
V.3.	Referências	53
CAPÍTULO VI.	A EQUIVALÊNCIA ENTRE AS CURVAS DE POTENCIAL DE SUPERFÍCIE E O CICLO DE HISTERESE.	55
VI.1.	Medidas do ciclo de histerese D x E	56
VI.2.	Conversão das curvas do potencial de superfície no ciclo de histerese D x E.	57
VI.3.	Procedimento experimental para a medida da histerese com o triodo de corona.	60
VI.4.	Medidas da histerese D x E com o triodo de corona.	61

VI.5.	Comparação dos dois métodos e discussão dos resultados.	62
VI.6.	Referências	65
CAPÍTULO VII. EFEITOS DE UMIDADE NO PVDF E P(VDF-TrFE)		
		66
VII.1.	Efeito da umidade nas amostras de PVDF- α	67
VII.1.1.	Efeito da umidade em medidas de corrente de absorção	67
VII.1.2.	Efeito da umidade nas medidas de potencial	68
VII.2.	O efeito da umidade no PVDF- β biaxial	70
VII.3.	Efeito da umidade no copolímero P(VDF-TrFE)	71
VII.4.	Discussão	73
VII.5.	Referências	73
CAPÍTULO VIII. ESTUDO DA POLARIZAÇÃO FERROELETRICA DO P(VDF-TrFE) COM O TRIODO DE CORONA: EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO		
		75
VIII.1.	Normalização das curvas de potencial de superfície	76
VIII.2.	Curvas do potencial de superfície - amostras tratadas com diferentes teores de VDF	79
VIII.3.	Polarização remanente e do campo coercivo em função da temperatura de tratamento.	81
VIII.4.	Dependência da polarização remanente e do campo coercivo com a cristalinidade.	84
CAPÍTULO IX. RELAÇÃO ENTRE A POLARIZAÇÃO (P_R) E A CRISTALINIDADE (X_C): EFEITO DE CRISTALINIDADE		
		87
IX.1.	Dependência da polarização ferroelétrica com o grau de cristalinidade.	88
IX.1.1.	Polarização espontânea - P_S	89
IX.1.2.	O efeito do campo de despolarização - L_E	91
IX.1.3.	O coeficiente de orientação dos dipolos (F)	92

IX.2.	Resultados experimentais	94
IX.2.1.	Relação entre polarização e o grau de cristalinidade	94
IX.2.2.	Relação entre a polarização e o teor de VDF no copolímero	96
IV.3.	Discussão	97
IX.4.	Referências	98
CAPÍTULO X.	MODELOS TEÓRICOS PARA AS CURVAS DE POTENCIAL DE SUPERFÍCIE	100
X.1.	A equação do potencial de superfície	102
X.2.	Modelos da dinâmica da polarização ferroelétrica	103
X.3.	Modelo de nucleação e crescimento de domínios ferroelétricos	105
X.4.	Ajuste de curvas com o modelo elétrico	106
X.5.	Discussão	108
X.6.	Referências	109
APÊNCICE A.	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. II.1	Esquema da cela unitária do PVDF na fase β	12
Fig. II.2	a) unidade monomérica e, b) cadeia molecular do PVDF na conformação trans-planar.	12
Fig. II.3	Esquema da cela unitária da fase B do P(VDF-TrFE) 55/45.	14
Fig. II.4	Modelo de uma estrutura para a fase A do P(VDF-TrFE) 55/45.	15
Fig. II.5	Esquema das ligações torcidas no plano ca.	15
Fig. II.6	Diagrama de fase esquemático dos copolímeros P(VDF-TrFE)	16
Fig. III.1	Esboço do extensor utilizado para espalhar a solução sobre o substrato.	21
Fig. III.2	Esquema do "spin-coating".	21
Fig. III.3	Esquema da câmara para fabricação de filmes.	22
Fig. III.4	Difratogramas de raios X para filmes dos copolímeros 60/40, 70/30 e 80/20 virgens.	23
Fig. III.5	Espectros de IR para os filmes virgens dos copolímeros 60/40, 70/30 e 80/20.	24
Fig. III.6	Termogramas de DSC para filmes virgens de copolímeros 60/40, 70/30 e 80/20.	25
Fig. III.7	Termogramas de DSC para grãos de P(VDF-TrFE) 60/40, 70/30 e 80/20.	26
Fig. III.8	Termograma de DSC para filmes de P(VDF-TrFE)-60/40, 70/30 e 80/20.	26
Fig. III.9	Esquema do circuito de medidas da constante dielétrica.	27
Fig. III.10	Constante dielétrica para filmes virgens de P(VDF-TrFE) 60/40, 70/30 e 80/20.	27
Fig. III.11	Constante dielétrica para amostras de	

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

