



por uma hora. Não se observou diferenças entre as propriedades eletrocromáticas de filmes crescidos por estes dois métodos. Os filmes obtidos eram homogêneos e muito aderentes.

As características eletroquímicas e eletrocromáticas dos filmes foram analisadas através das técnicas de voltametria cíclica e de saltos de corrente. Em ambos os experimentos, acompanhou-se a variação de transmitância monocromática dos filmes. O esquema de montagem experimental utilizado nestes experimentos está na fig. 1. O eletrólito utilizado foi KOH 0.1M; o contraeletrodo foi um fio de platina e o eletrodo de referência o de calomelano saturado. A solução foi deaerada através do borbulhamento de nitrogênio previamente às medidas. Os experimentos foram comandados por um potenciostato PAR 173, associado a um gerador de funções PAR 175, e registrados em registrador duplo x-y1-y2. Um espectrofotômetro Perkin Elmer Lambda 9 foi utilizado para as medidas espectrofotométricas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 apresenta os resultados de voltametria cíclica e transmitância associada, para uma amostra crescida nas condições descritas na parte experimental. A velocidade de varredura utilizada foi de 10 mV/s. A curva é característica de óxidos de níquel eletrocromáticos. Na varredura positiva, o aumento da corrente anódica corresponde a um decréscimo contínuo da transmitância, até a estabilização desta no limite superior de voltametria. Na varredura negativa, a inversão do sinal da corrente causa o início do aumento da transmitância da amostra, até o clareamento completo, no limite inferior da voltametria. A variação de transmitância em um ciclo completo é de 35%. Nestes experimentos, 100% de transmitância corresponde ao sistema celaeletrólito.

Em outro experimento, a amostra foi submetida a saltos alternados de corrente positiva e negativa, de valor 1.0mA. Registrou-se a variação temporal da transmitância monocromática. Nesta corren-

te, o tempo necessário para se obter a máxima variação de transmitância foi de 30s. Da curva de variação temporal da transmitância, obteve-se a curva de variação de densidade óptica em função da densidade de carga, tanto na coloração como no clareamento. Estas últimas curvas estão na figura 3. Um bom parâmetro para se estimar a qualidade de um filme eletrocromático é a eficiência eletrocromática, definida como variação de densidade óptica por unidade de carga inserida. Os filmes crescidos, descritos neste trabalho, apresentam eficiência eletrocromática de 19 cm<sup>2</sup>/C na coloração e 33 cm<sup>2</sup>/C no clareamento. Estes valores são comparáveis aos valores obtidos para filmes eletrocromáticos de óxido de níquel crescidos por outras técnicas como, p.e., filmes crescidos por sputtering r.f., que tem eficiência eletrocromática no clareamento de 25 cm<sup>2</sup>/C.

A figura 4 apresenta o espectro de transmitância dos filmes, nos estados extremos de coloração. Nota-se em toda a faixa do visível um bom contraste óptico. O estado escuro tem coloração marrom, e o estado claro é transparente, com a curva espectral bastante próxima a do substrato, também apresentada na figura. Vale notar que os filmes mantêm sua capacidade eletrocromática mesmo após terem sido guardados ao ar por muitas semanas.

### 4. CONCLUSÕES

Apresentamos neste trabalho os resultados preliminares referentes as propriedades eletrocromáticas de filmes finos de óxido de níquel obtidos por decomposição térmica. O método de crescimento utiliza técnicas bastante simples e baratas, e os filmes são muito homogêneos e aderentes. As propriedades eletrocromáticas são comparáveis a de filmes obtidos por outras técnicas.

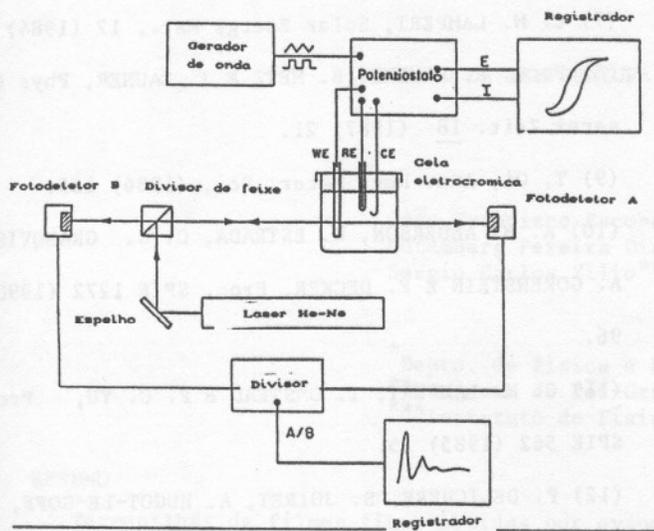


Figura 1: Montagem Experimental

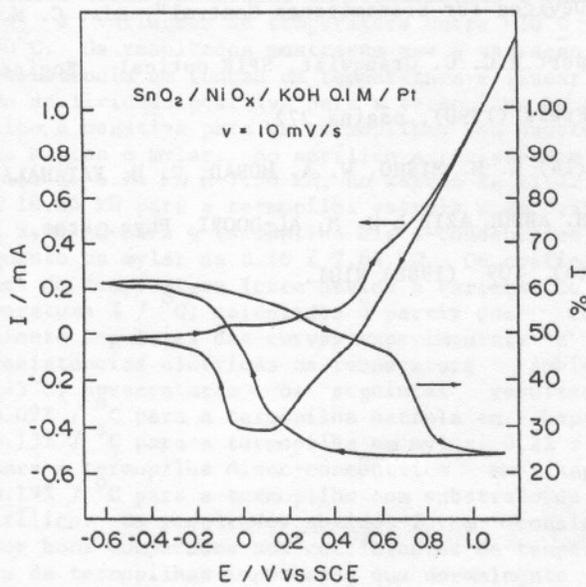
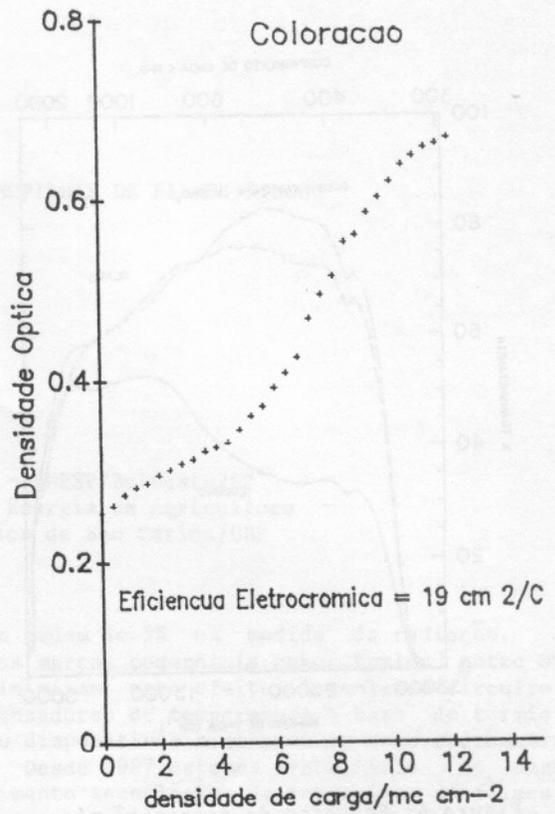


Figura 2: Voltametria cíclica (v=10mV/s) e transmitância associada (λ=632,8mm).

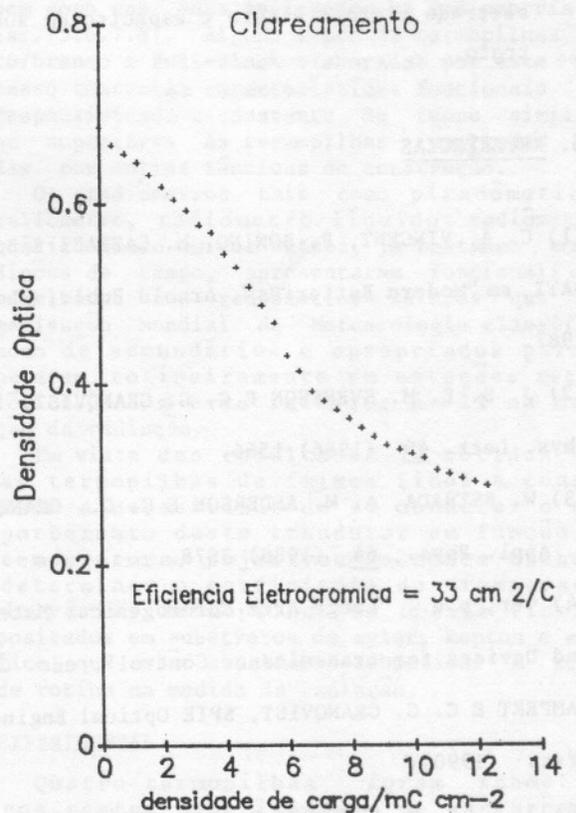


Figura 3: Densidade óptica em função da densidade de carga na coloração (acima) ou no clareamento (abaixo).

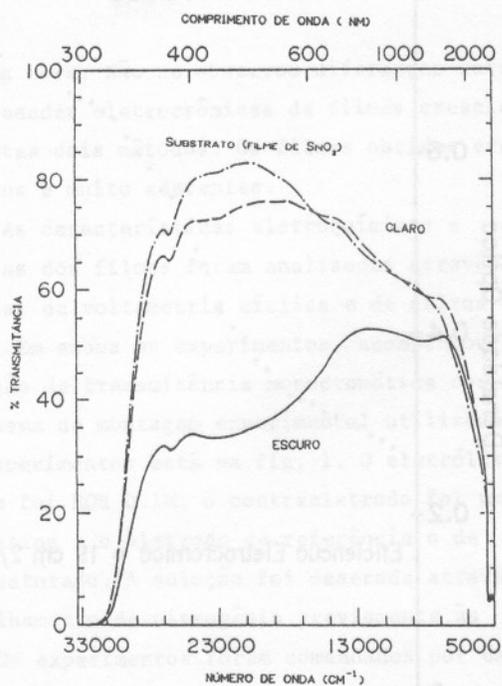


Figura 4: Espectro de transmitância para eletrodo claro e escuro e espectro do substrato.

##### 5. REFERÊNCIAS

(1) C. A. VINCENT, F. BONINO, M. LAZZARI E B. SCRO SATI, em "Modern Batteries", Arnold Publ., London, 1987.

(2) J. S. E. M. SVENSSON E C. G. GRANQVIST, Appl. Phys. Lett. 49 (1986) 1566.

(3) W. ESTRADA, A. M. ANDERSON E C. G. GRANQVIST, J. Appl. Phys., 64 (1988) 3678.

(4) ver, p.e., "Large Area Chromogenics: Materials and Devices for transmittance Control", eds. C. M. LAMPERT E C. G. GRANQVIST, SPIE Optical Engineering Press (1990).

(5) J. S. E. M. SVENSSON E C. G. GRANQVIST, Appl. Phys. Lett., 49 (1986) 1566.

(6) M. FANTINI E A. GORENSTEIN, Solar Energy Mat,

16 487 (1987).

(7) C. M. LAMPERT, Solar Energy Mat., 12 (1984) 1.

(8) F. G. K. BAUCKE, B. METZ E J. ZAUNER, Phys Unserer Zeit. 18 (1987) 21.

(9) T. Oi, Ann. Rev. Mater. Sci, (1986) 185.

(10) A. M. ANDERSON, W. ESTRADA, C. G. GRANQVIST, A. GORENSTEIN E F. DECKER, Proc. SPIE 1272 (1990) 96.

(11) C. M. LAMPERT, T. OMSTEAD e P. C. YU, Proc. SPIE 562 (1985) 15.

(12) P. DELICHERE, S. JOIRET, A. HUGOT-LE-GOFF, K. BANGE E B. METZ, J. Electrochem, Soc., 135 (1988) 1856.

(13) A. GORENSTEIN, F. DECKER, M. FANTINI E W. ESTRADA em, "Large Area Chromogenics: Materials and Devices for transmittance Control", eds. C. M. Lampert e C. G. Granqvist, SPIE optical Engineering Press (1990), página 272.

(14) R. M. MISHO, W. A. MURAD, G. H. FATAHALAH, I. M. ABDUL AZIZ E H. M. AL-DOORI, Phys. Stat. Sol. (a) 109 (1988) K101.