

Frederico Hummel Cioldin² (bolsista NAMITEC-CNPq), Ioshiaki Doi¹.

¹Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) e Centro de Componentes Semicondutores (CCS), ²Instituto de Física “Gleb Wataghin” (IFGW)

¹doi@ccs.unicamp.br; ²fredcioldin@yahoo.com.br

Introdução

Os nitretos de silício aqui estudados, foram obtidos através da técnica de deposição LPCVD, variando a temperatura (720 a 750°C), fluxo de diclorosilana (7,5 a 20 sccm) e fluxo de amônia (60 a 250 sccm). Para o estudo das características físicas dos filmes, utilizou-se as técnicas de elipsometria (índice de refração, espessura e taxa de deposição) e espectro de infravermelho (FTIR, composição do filme). O índice de refração dos filmes ficou entre 1,9 a 2,0, e a espessura destes filmes entre 50 a 70 nm. Com as amostras obtidas nas condições otimizadas foram fabricadas capacitores para o estudo das características elétricas.

Procedimento experimental

Obtenção do filme: A obtenção dos filmes foi feita utilizando LPCVD convencional, através da variação de seus parâmetros (temperatura, fluxo de DCS e NH₃).

Caracterização física: Utilizou-se um elipsômetro para a medida do índice de refração, espessura e taxa de deposição.

Caracterização elétrica: Através de medidas C-V feitas utilizando o analisador de parâmetros Keithley 4200 – SCS e um capacitômetro Keithley 590.

RESULTADOS

A partir da Fig. 1, nota-se a dependência direta do Índice de refração do Si₃N₄ com a Razão do fluxo de gases reagentes. Quanto mais rico o filme em Si depositado a uma determinada temperatura, maior é o índice de refração. O mesmo se verifica com o aumento da temperatura de deposição. Conforme a Fig. 2, Taxa de deposição também é dependente dos fluxos dos gases e da temperatura de deposição. Observando a Fig. 3, notamos que o índice de refração é dependente da taxa de deposição e da temperatura. Por fim, na Fig. 4, observamos a energia de ativação necessária para cada razão de gases (R).

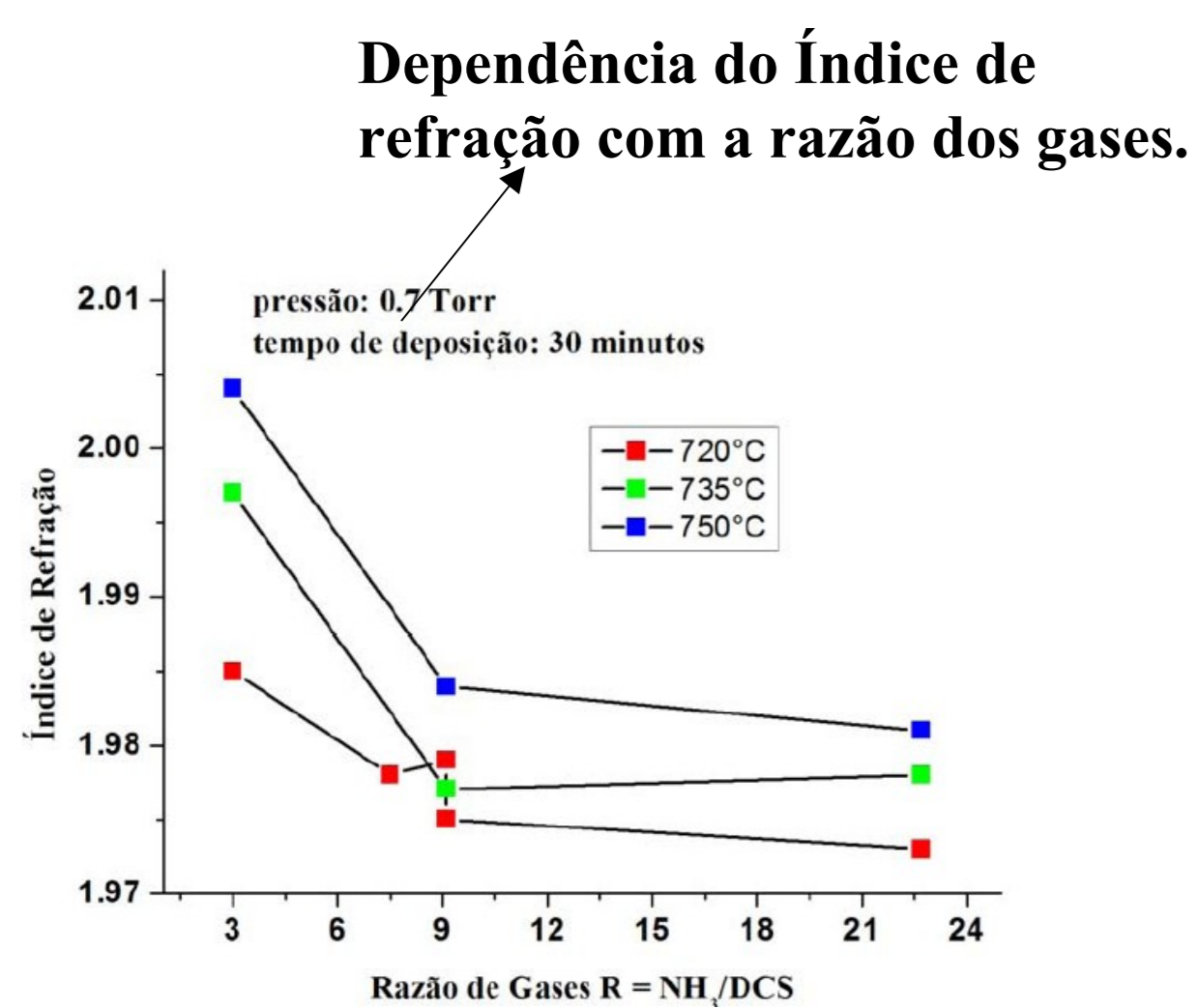


Fig 1 – Índice de refração x Razão de gases.

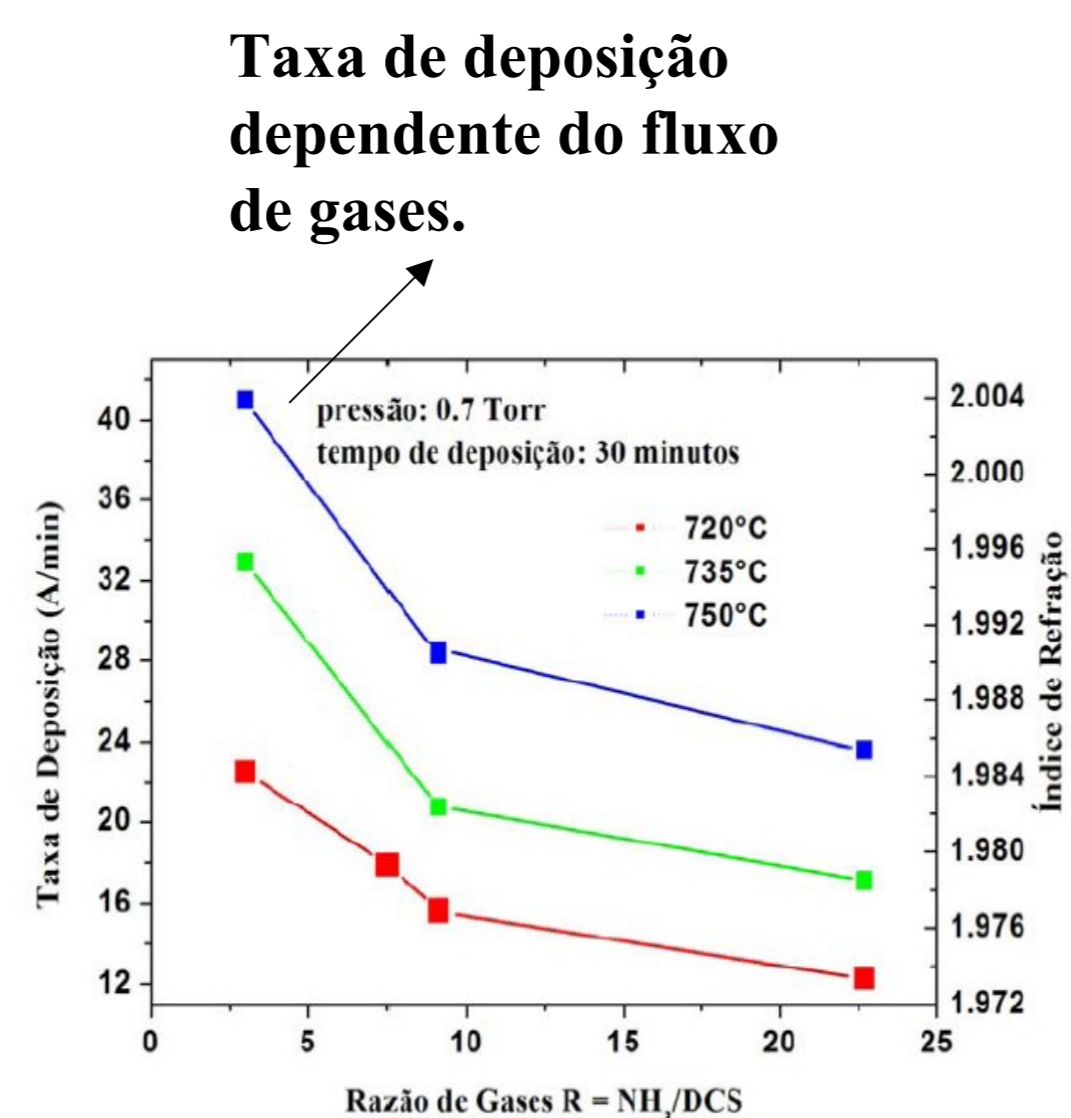


Fig. 2 – Taxa de deposição x Razão de gases.

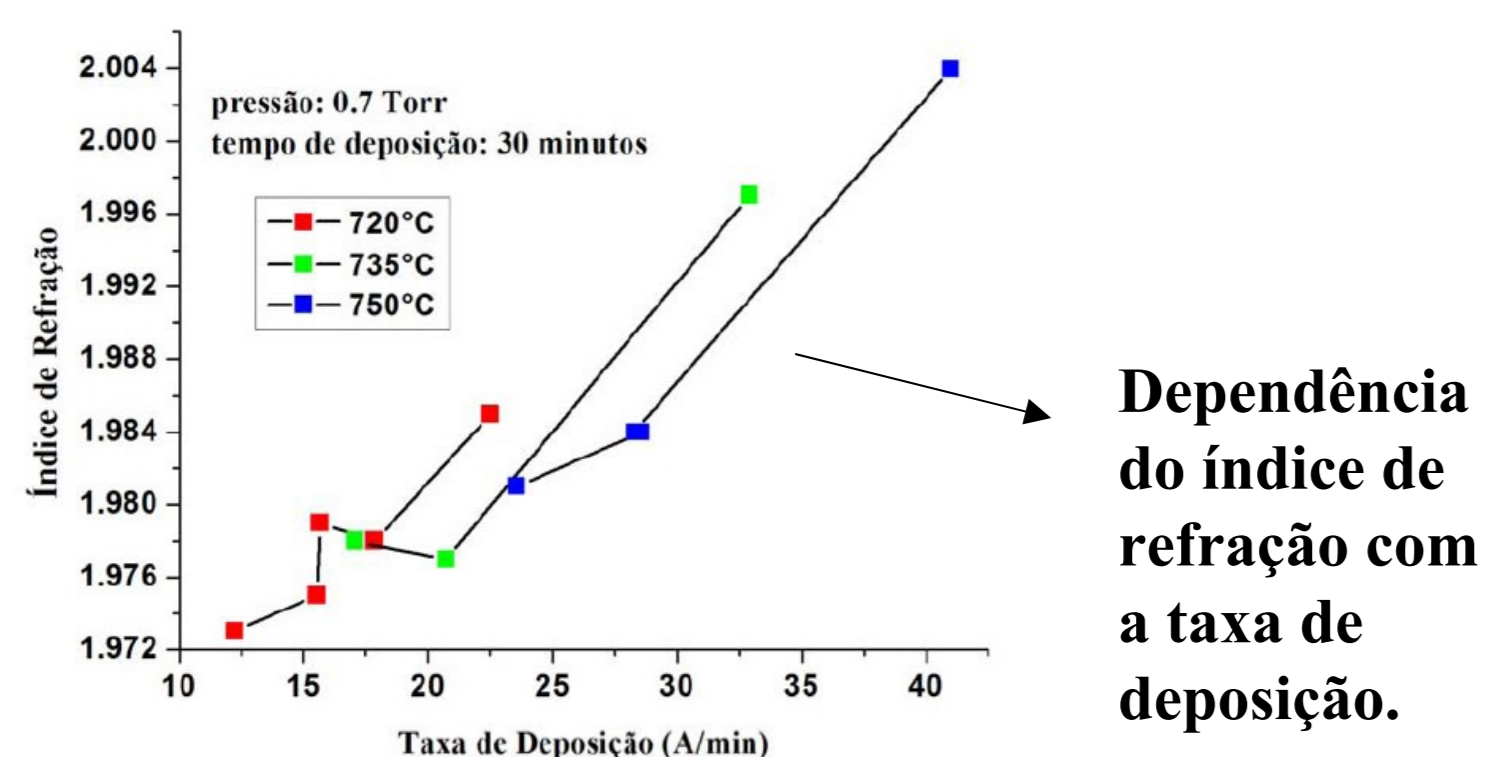


Fig. 3 – Índice de refração x Taxa de deposição.

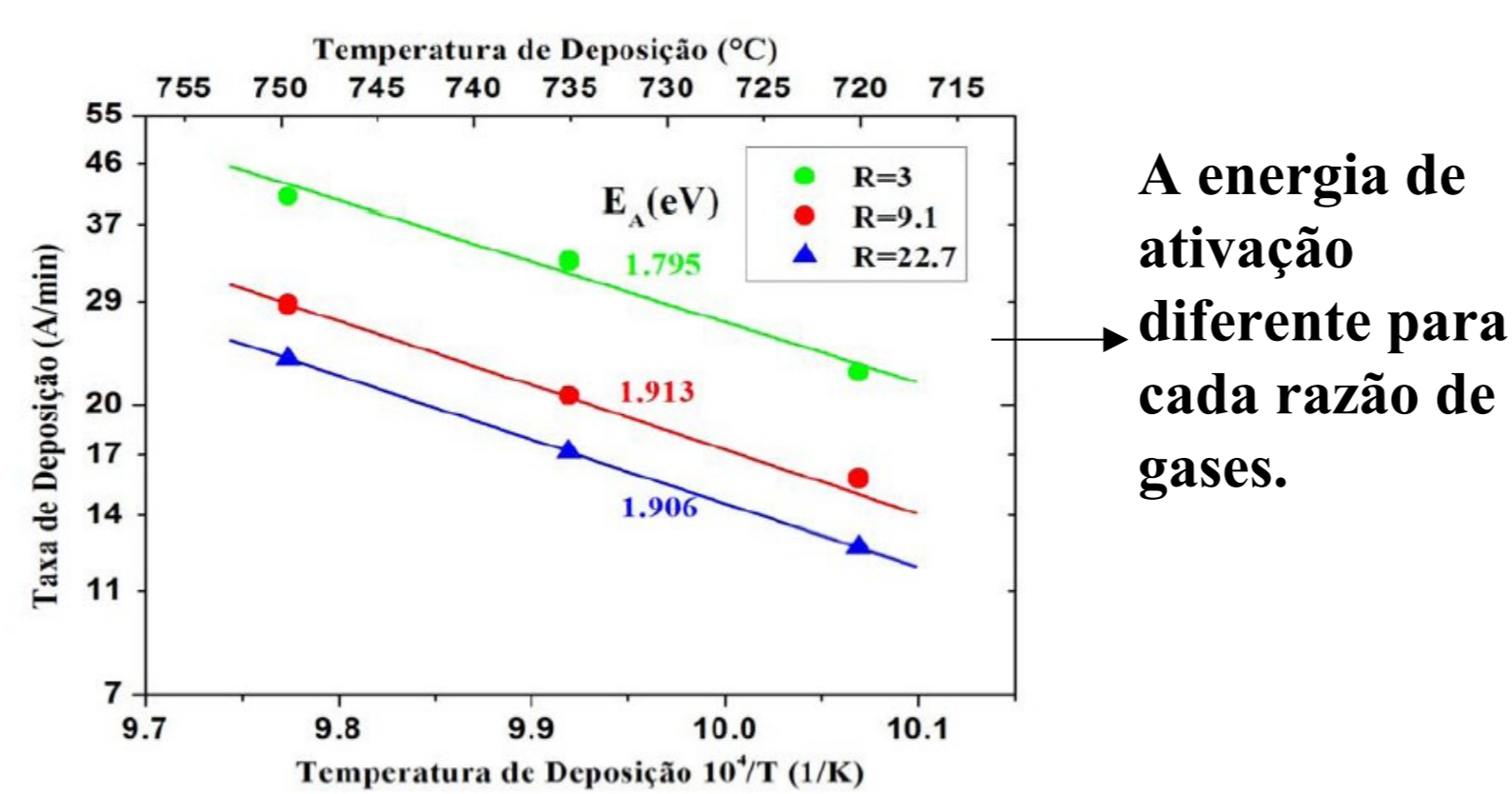


Fig. 4 – Taxa de deposição x Temperatura de deposição.

A energia de ativação diferente para cada razão de gases.

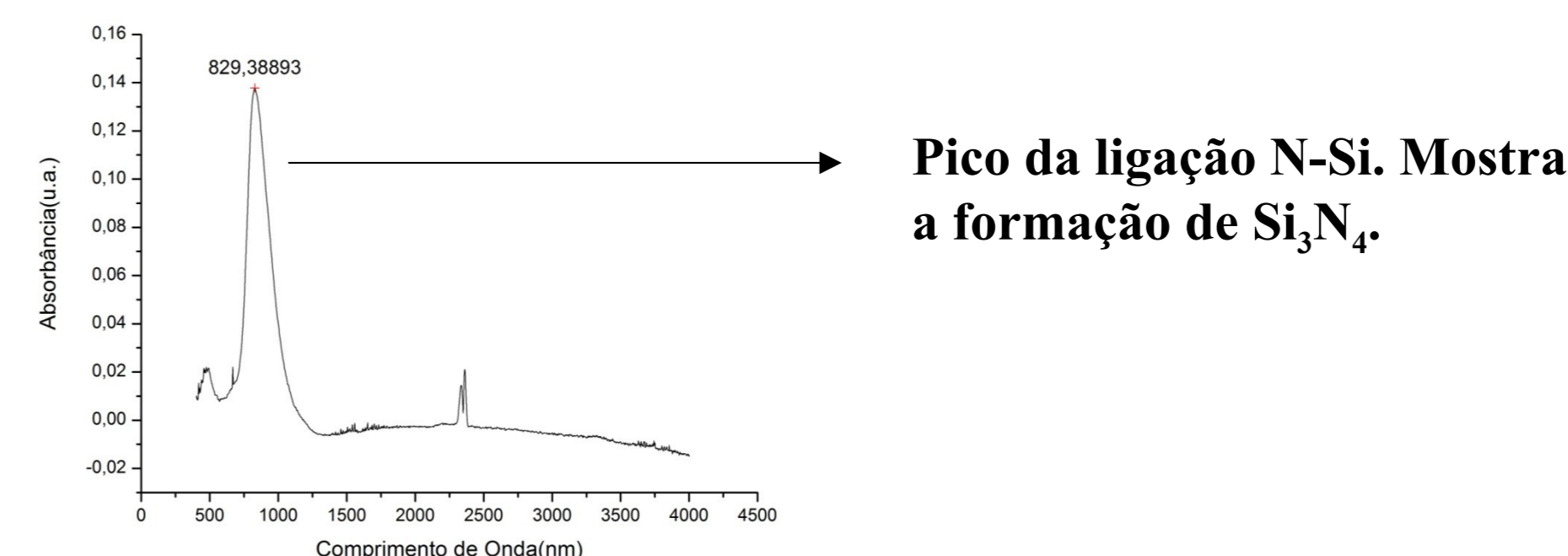


Fig. 5 – Espectro FTIR da amostra TN1, sem óxido térmico.

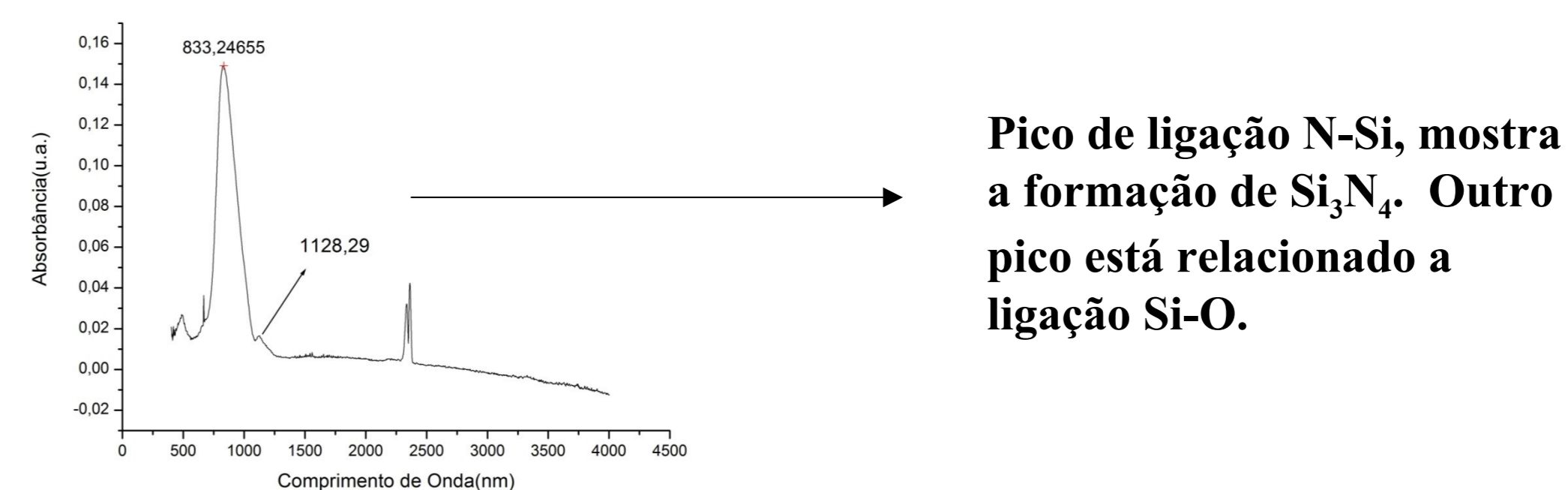


Fig. 6 – Espectro FTIR da amostra TO1 com óxido térmico.

Tabela 1: Resultados da Elipsometria das amostras e taxa de deposição

Amostra	Índice de refração	Espessura (nm)	Taxa de deposição (nm/min)
TN1	1,95	67	3,4
TO1	2,01	54	2,7

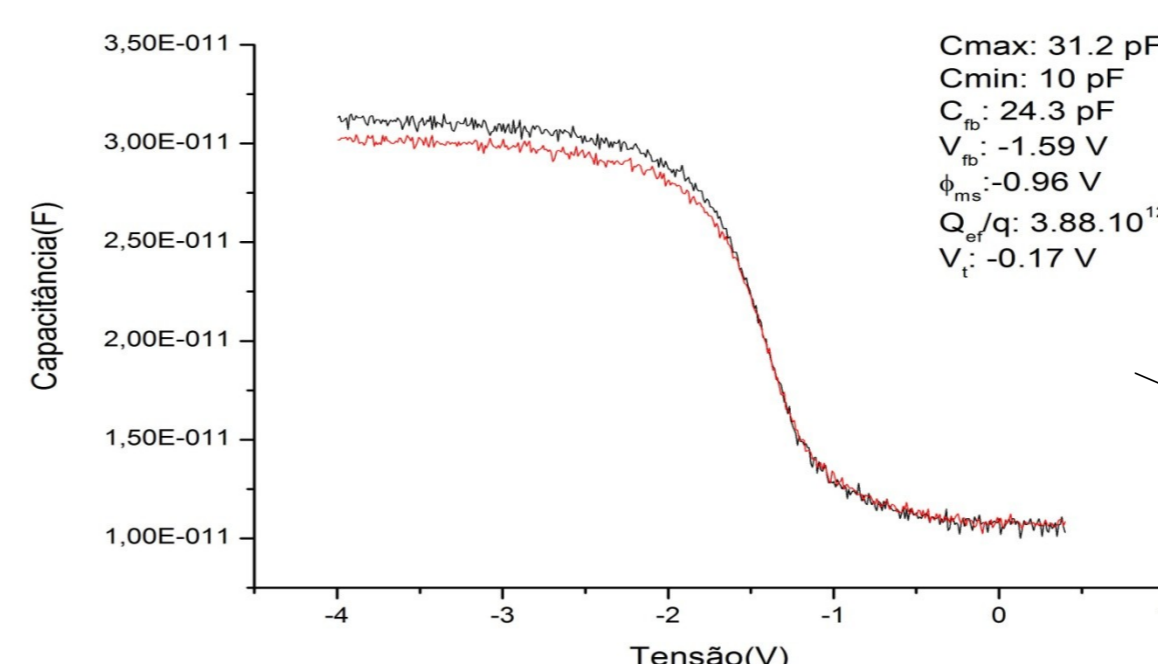


Fig. 7 – Curva C-V da amostra TN1.

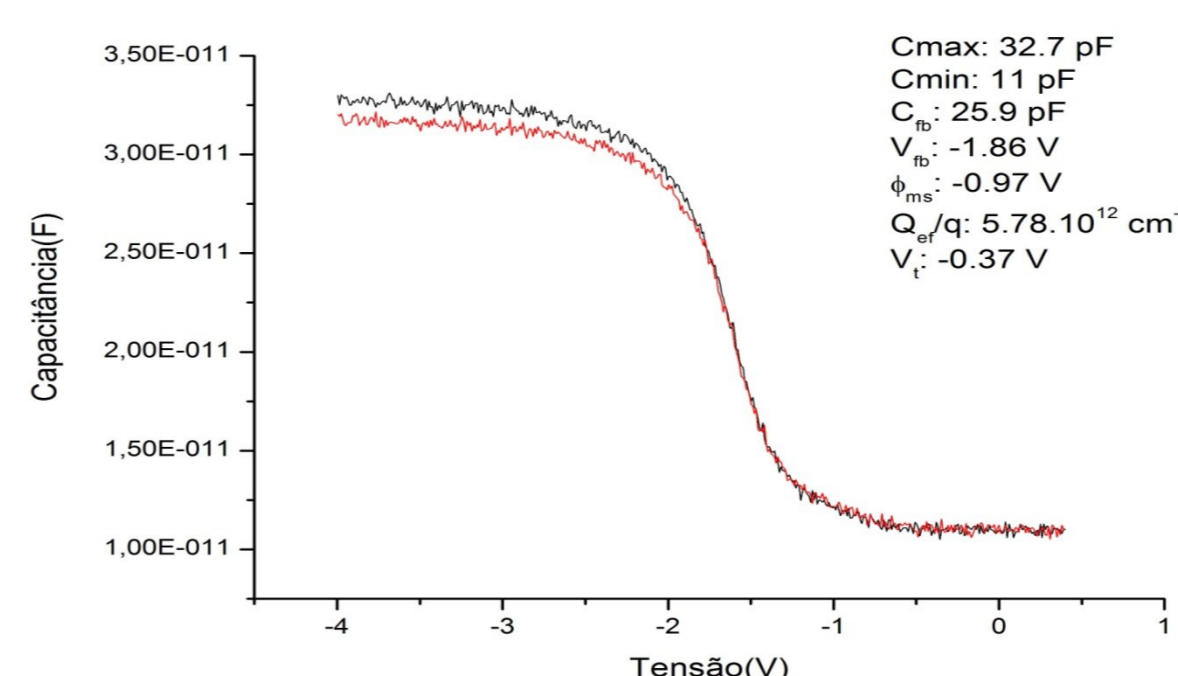


Fig. 8 – Curva C-V da amostra TO1.

Curva C-V das amostras TN1 e TO1 demonstra baixa perda por histerese.

CONCLUSÕES

- Os resultados de elipsometria e do espectro de infravermelho, mostra que o nitreto de silício depositado é de excelente qualidade.
- Utilizando a capacitância máxima e a capacitância mínima, valores que podem ser encontrados nas curvas C-V, podemos calcular os seguintes resultados:

Capacitância de banda plana: TN1: 24,3 pF; TO1: 25,9 pF

Tensão de banda plana: TN1: -1,59 V; TO1: -1,86 V

Função trabalho: TN1: -0,96V; TO1: -0,97V

Densidade de cargas: TN1: 3,88.10¹² cm⁻²; TO1: 5,78.10¹²cm⁻²

Tensão de Limiar: TN1: -0,17V; TO1: -0,37V

Analisando os resultados, temos que os dispositivos obtidos são de ótima qualidade.