

CONSTANTE DIELÉTRICA DE UM VIDRO — BORATO DE SÓDIO — USADO COMO SUBSTÂNCIA DIELÉTRICA EM UM CAPACITOR

CÉLIO DOS SANTOS LOURENÇO *

EQ/33

LOURENÇO, C. S. Constante dielétrica de um vidro — Borato de sódio — usado como substância dielétrica em um capacitor. *Ecl. Quím.*, São Paulo, 4: 9-15, 1979.

RESUMO: A constante dielétrica do borato de sódio com adições de óxido de boro foi estudada na faixa de temperatura entre 28°C e 50°C para observar o seu comportamento e verificar sua possível utilização como dielétrico de capacitores.

UNITERMOS: Constante dielétrica; vidro; borato de sódio.

INTRODUÇÃO

Atualmente a cibernética atinge metas nunca antes imaginadas, através de modernos aparelhos que são criados pelo homem e que visam facilitar, tanto no aspecto físico-mental quanto na questão de economia de tempo, o trabalho do próprio homem.

A eletrônica tem aí o seu campo mais amplo para se desenvolver e contribuir, assim, para os mais diversos ideais na construção e mesmo criação de aparelhos de toda espécie de medidas, cálculos e informações.

Diversos pesquisadores têm estudado a condução elétrica no vidro^(6, 7, 5) relacionando a condução com a temperatura. Outros têm se dedicado à análise da resistividade⁽¹⁰⁾ e elaborado aparelhos para

tais medidas^(3, 2). Outros ainda, têm se dedicado ao estudo dos boratos no tocante a absorção de determinados comprimentos de onda⁽⁴⁾ e aos efeitos térmicos⁽⁹⁾.

Como o capacitor é peça importante na eletrônica, resolvemos estudar um dielétrico ideal e relativamente barato como é o borato de sódio.

MATERIAL E MÉTODOS

O borato de sódio foi obtido pelo aquecimento lento de uma mistura equimolar de ácido bórico e carbonato de sódio⁽¹⁾ e o óxido de boro pela redução do ácido bórico no forno. As amostras obtidas foram trituradas e tamisadas e em seguida foram confeccionadas as pastilhas em diferentes proporções de óxido e do borato, para serem analisadas no

* Professor Assistente do Departamento de Físico-Química do Instituto de Química de Araraquara — UNESP.

“Holder” (capacitor padrão de placas circulares, planas e paralelas) da ponte de capacitância.

As pastilhas foram então colocadas, uma de cada vez, no “Holder” juntamente com uma peça matriz de lucite (cuja finalidade discutiremos adiante) e efetuou-se as medidas das capacitâncias em diversas temperaturas.

O sistema utilizado para tanto consistiu no seguinte: um ventilador que fornecia um jato de ar; um tubo de vidro contendo, em seu interior, uma resistência para aquecimento controlado do referido jato de ar; uma caixa munida de um termômetro, no interior da qual se encontrava o “Holder” com a amostra; cabo coaxial e ponte de capacitância.

Devido à dificuldade de empastilhamento das amostras (desagregação dos componentes), e procurando eliminar o erro sistemático devido ao cabo coaxial e demais peças ligados à ponte de capacitância, ocorreu-nos a idéia de confeccionarmos uma peça de lucite (acima referida) para facilitar as medidas (figura 1). Essa peça foi recoberta em suas faces planas com uma lâmina de alumínio de igual diâmetro, e de espessura desprezível. As dimensões da peça foram as seguintes:

Diâmetro idêntico ao das placas do “Holder” — $D_1 = 5,08$ cm; Altura: $H = 0,1778$ cm = 70 mils = 70 milésimos de polegada; Diâmetro do orifício central: $D_2 = 2,05$ cm (igual ao das pastilhas).

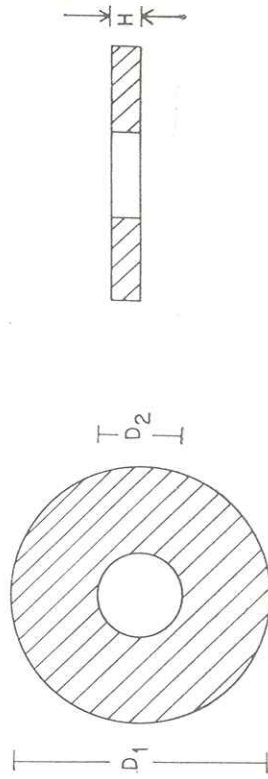


FIGURA 1

1.º caso (vazio) (fig. 2a):

$$C_1 = \frac{\epsilon}{H} (A_c - A_x) + \frac{\epsilon_0}{H} A_x \quad (2.1)$$

2.º caso (cheio) (fig. 2b):

$$C_2 = \frac{\epsilon}{H} (A_c - A_x) + \frac{\epsilon_1}{H} A_x \quad (2.2)$$

DEDUÇÃO — Como a capacitância para um capacitor de placas planas e paralelas é dada pela expressão

$$C = \frac{\epsilon' A}{d}, \text{ onde } \epsilon' \text{ é a permissividade}$$

do meio, A a área da placa do capacitor e d a distância que os separa, temos:

FIGURA 2



onde ϵ é a permissividade da lucite; ϵ_0 a permissividade do ar; ϵ_1 a permissividade material da amostra; A_c área total da placa; A_x área do orifício central; C_1 e C_2 valores lidos na ponte de capacitância.

A constante dielétrica K é a relação entre as capacidades do capacitor cheio e vazio; portanto, $K = \frac{C_c}{C_v}$ onde

$$C_c = \frac{\epsilon_1}{H} A_x \text{ e } C_v = \frac{\epsilon_0}{H} A_x,$$

Subtraindo membro a membro as expressões (2.1) e (2.2) temos:

$$C_2 - C_1 = C_c - C_v \quad (2.3)$$

Dividindo ambos os membros da expressão (2.3) por C_v , resulta:

$$\frac{C_2 - C_1}{C_v} = K - 1$$

onde:

$$K = \frac{C_2 - C_1}{C_v} + 1 \quad (2.4)$$

O valor de C_v pode ser obtido tomando-se o valor tabulado para o “Holder” na altura de 70 mils, para a área total A_c das placas. Seja C_0 esse valor. Portanto, para a área A_x , temos:

$$C_v = C_0 \frac{A_x}{A_c} \quad (2.5)$$

Substituindo (2.5) na (2.4) resulta finalmente:

$$K = (C_2 - C_1) \frac{1}{C_0} \frac{A_c}{A_x} + 1 \quad (2.6)$$

Tendo fixado os valores de A_c , A_x e C_0 , efetuamos, em várias temperaturas e com o auxílio da ponte de capacitância, as medidas das capacidades C_2 para cada amostra e C_1 (vazio).

As composições das amostras podem ser vistas na tabela 1.

TABELA 1

Composição das Amostras

	massa (g)	Borato de Boro	fração molar N_1	N_2
a)	4,0	0,0	1,000	0,000
b)	3,2	0,8	0,791	0,209
c)	2,4	1,6	0,586	0,414
d)	1,6	2,4	0,387	0,613
e)	1,2	2,8	0,288	0,712

Os dados obtidos na ponte de capacitância, considerados no abaixamento da temperatura, estão relacionados na tabela 2.

TABELA 2 — Capacidades do capacitor vazio (C_1) e com as pastilhas das diversas amostras (C_2)

t (°C)	C_1 (μF)	a	b	c	d	e
28	614,65	617,43	618,61	624,98	630,50	620,55
30	614,42	617,69	618,82	625,26	631,70	621,01
32	614,41	617,85	619,18	625,71	632,71	622,35
34	614,59	616,05	619,48	626,32	634,37	623,35
36	614,73	618,22	619,88	627,10	635,88	623,75
38	614,86	618,45	620,15	627,84	638,00	624,33
40	614,95	618,70	620,52	629,15	640,40	624,84
42	615,08	618,92	620,90	630,57	642,80	625,27
44	615,15	619,12	621,20	631,82	645,52	625,74
46	615,23	619,40	621,52	633,25	649,40	626,12
48	615,34	619,60	621,75	634,24	653,38	626,27
50	615,38	619,70	622,00	622,00	635,17	626,33

RESULTADOS

Para o cálculo de K, empregando a expressão (2.6), calculamos o valor de C_0 = 10,09 μF (tabelado) e calculando os valores de A_e e A_x , temos finalmente $Q = 0,60859 \mu\text{F}^{-1}$.

Computando pois os valores de K para as diversas composições temos os resultados da tabela 3.

TABELA 3 — Constantes dielétricas em função da temperatura para as diversas composições das amostras

t (°C)	a	b	c	d	e
28	2,69188	3,41001	7,28673	10,64615	4,59068
30	2,99009	3,67780	7,59712	11,51644	5,01061
32	3,09355	3,90297	7,87707	12,22849	5,80178
34	3,10572	3,97601	8,13876	13,03791	6,33125
36	3,12398	4,13424	8,52826	13,87168	6,48948
38	3,18484	4,21944	8,89950	15,08277	6,76335
40	3,28221	4,38985	9,64198	16,48862	7,01896
42	3,33699	4,54199	10,42706	17,87011	7,20153
44	3,41610	4,68197	11,14529	19,48288	7,44497
46	3,53782	4,82803	11,96679	21,79552	7,62755
48	3,59259	4,90106	12,50235	24,15076	7,65189
50	3,62911	5,02887	13,04400	26,67641	7,66406

Levantando gráficos da constante dielétrica em função da temperatura ($K \times t$) e em função das frações mo-

FIGURA 3

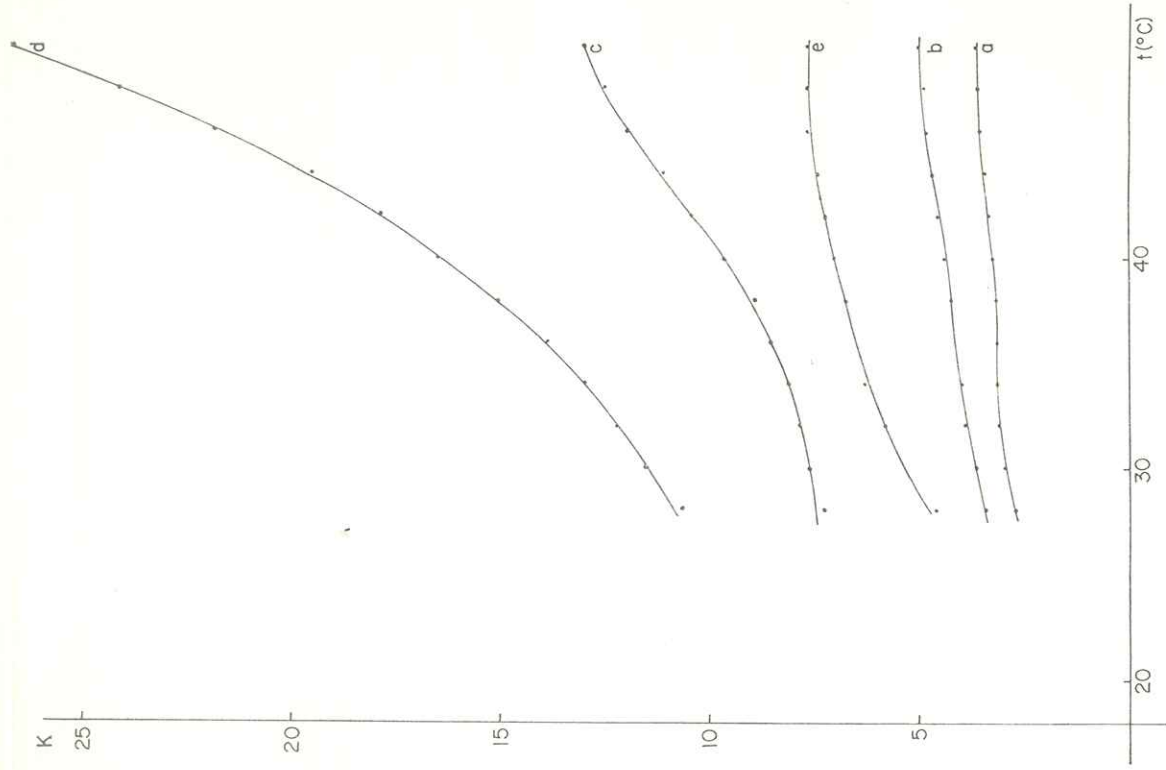
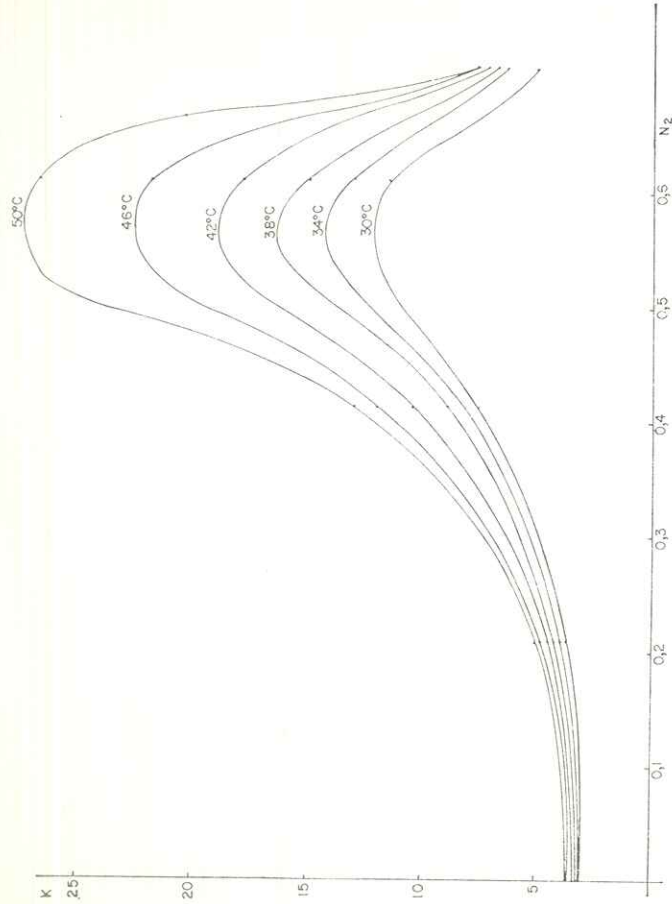


FIGURA 4



DISCUSSÃO

Os resultados obtidos permitem verificar que houve uma variação da constante dielétrica em relação à temperatura, para cada composição (fig. 3), bem como uma variação da referida constante em relação às frações molares para uma mesma temperatura (fig. 4). Utilizamos o intervalo de temperatura de 28°C a 50°C por ser uma faixa de trabalho de aparelhos elétricos nos quais supomos aplicar o dielétrico estudado.

CONCLUSÃO

- A análise das curvas das figuras 3 e 4 permitem concluir o seguinte:
- Para uma temperatura de trabalho variável num certo intervalo, pode-se escolher uma composição adequada para o dielétrico, conforme se permita ou não grandes oscilações no valor da capacitância.
 - Dependendo da capacitância desejada e fixando-se uma temperatura de trabalho, pode-se optar pela composição do dielétrico escolhendo uma fração molar conveniente.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Waldir Garlipp, da Escola de Engenharia de São Carlos, pela orientação recebida.

Ao Dr. Mário Cilense, do Instituto de Química de Araraquara, pela colaboração constante e inestimável.

Ao Dr. Arah B. Tavares, do Instituto de Química de Araraquara, por ter colocado à nossa disposição os laboratórios e, principalmente, a ponte de capacitância, para que pudéssemos efetuar as medidas desejadas.

EQ/33

LOURENÇO, C. S. Dielectric constant of a glass (sodium borate) used as dielectric substance of a capacitor. *Ecl. Quím.*, São Paulo, 4: 9-15, 1979.

SUMMARY: The dielectric constant of sodium borate, with additions of boron oxide, was studied in the 28°C-50°C temperature range, in order to observe its behavior and to verify its possible employing as capacitors dielectric.

UNITERMS: Dielectric constant; electric condenser; sodium borate.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. G., BAUER — "Handbook of Preparative Inorganic Chemistry" — Vol. 1, 2.^a edição, p. 791 — Academic Press — New York — 1967.
2. S. M., COX et alii — J. Soc. Glass Technol., **35**, 103 (1951) — Apud: (+).
3. F., HALLA et alii — Mh. Chem., **81**, 1092 (1950) — Apud: (+).
4. M., MARINOV et alii — C. R. Acad. Bulg. Sci., **20** (6) 569-72 (1967).
5. I., PEYCHES — Sil. Ind., **21**, 209 (1956) — Apud: (+).
6. F., QUIJNER — Wien. Ber., **136 II A**, 151 (1927) — Apud: (+).
7. H., SCHILLER — Ann. Physik, **83**, 137 (1927) — Apud: (+).
8. J. M., STEVELS — J. Soc. Glass Technol., **30**, 303 (1946) — Apud: (+).
9. D. R., STEWART & G. E., RINDONE — J. Am. Ceramic Soc., **46** (12), 593 (1963); **60** (7), 7765f (1964).
10. H. E., TAYLOR — J. Soc. Glass Technol., **39**, 193 (1955) — Apud: (+).

Recebido para publicação em 10-01-1979.

(+) Stevels, J. M. — "The electrical properties of glass". In Handbuch der Physik, Vol. 20, Berlin, Springer-Verlag, 1957.