

INFLUÊNCIA DA INTERAÇÃO DO pH DA SOLUÇÃO DE METABISULFITO DE POTÁSSIO E DA REMOÇÃO DA PELÍCULA EXTERNA, NA ELABORAÇÃO DE BANANA PASSA *

HOMERO FONSECA **
JOÃO N. NOGUEIRA **
A. VALÉRIA K. O. ANNICCHINO ***

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo encontrar meios de controlar o escurecimento enzimático catalizado pelo polifenoloxidase na elaboração de banana passa.

As bananas foram tratadas com SO₂, através da sua imersão em uma solução de metabisulfito de potássio. As variáveis estudadas desta solução foram, sua concentração, temperatura, pH e tempo de imersão, bem como sua interação com a remoção da película externa dos frutos.

Concluiu-se que o melhor tratamento foi o da imersão por 10 minutos na solução de metabisulfito a 2%, aquecida a 40°C, independente do controle do pH. A interação do pH da solução com a remoção da película externa da banana não teve influência no controle do escurecimento.

INTRODUÇÃO

Por muitos anos quantidades limitadas de banana passa figuraram no comércio internacional. Entretanto, o produto nunca alcançou grande popularidade, a não ser durante a 2.^a Guerra Mundial, quando as deficiências de espaço no transporte marítimo prejudicou o suprimento de banana fresca aos países importadores (KAY, 1967).

* Agradecemos ao Departamento de Genética, na pessoa do Eng^o Agr^o Natal A. Vello pelo auxílio na execução da análise Estatística. Entregue para publicação em 27/12/1974.

** Professores do Departamento de Tecnologia Rural — ESALQ-USP.

*** Bolsista do CNPq junto ao Departamento de Tecnologia Rural — ESALQ-USP.

No Brasil, seu comércio também é pequeno, pois a larga disponibilidade da fruta fresca restringe o consumo a um limitado número de apreciadores. Outra causa do pequeno consumo talvez seja a deficiência de elaboração do produto, o que resulta numa banana passa escura e pouco atraente, devido principalmente a oxidação enzimica.

Vários compostos químicos tem sido citados como eficientes no controle do escurecimento enzimico em frutas, mas eles, em sua maioria são tóxicos e não podem ser utilizados em alimentos.

Segundo CRUESS & FONG (1929), JOSLYN & MRAK (1933), CALDWELL et al. (1955) e REED & UNDERKOFER (1966) o SO_2 é, dentre os agentes químicos, o mais comumente empregado e provavelmente o mais eficiente no controle do escurecimento enzimico. É também barato, não requer equipamento especial para sua aplicação sendo a perda de sólidos solúveis por lixiviação menor que no branqueamento a vapor (USDA, 1945).

Experimentos feitos com maçã, em que foram utilizados compostos de enxofre, indicaram que o ácido sulfuroso tem um poder de penetração melhor do que os sulfitos (USDA, 1945 e CALDWELL et al., 1955). Entretanto, a velocidade de penetração de alguns sais como o bisulfito de sódio, pode ser aumentada baixando o pH (USDA, 1945 e WALKER et al. 1955) ou utilizando soluções aquecidas (PONTING, 1960). É também grande a preferência pelo uso do bisulfito de sódio, ou metabisulfito de potássio, na indústria de alimentos porque o seu manuseio é simples e não produz cheiro desagradável e irritante para os operários (REED & UNDERKOFER, 1966).

Segundo PONTING (1960), depois do SO_2 os ácidos são os agentes químicos mais utilizados como inibidores do escurecimento enzimico. Dentre os ácidos utilizados no processamento de alimentos PONTING (1960) e CORSE (1964) citam que o ácido ascórbico é provavelmente o preferido e também o mais eficiente.

Neste trabalho foram conduzidos estudos no sentido de se verificar a influência do pH da solução (a diferentes temperaturas e tempo de imersão) de metabisulfito de potássio e sua possível interação com a remoção da película externa da banana, no controle do escurecimento enzimico da banana passa.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

A matéria prima empregada foi banana nanica, em estágio de amadurecimento próprio para o consumo.

Foi empregada embalagem transparente de papel celofane, cor alaranjada.

Métodos

Tratamentos

Foram delineados quatro tratamentos, a fim de verificar-se a influência do pH da solução de metabisulfito de potássio, a 2% na elaboração de passas de banana.

Para todos os tratamentos, fixou-se uma condição inicial, o pré-aquecimento dos frutos, condição esta já estabelecida e discutida em trabalho anterior. Foi também realizado um tratamento testemunha.

Tratamento A

Bananas maduras, foram selecionadas e descascadas manualmente. Cerca de metade delas foi passada através de crivos de borracha, de tal modo que fossem raspadas as superfícies externas das bananas. A seguir, os frutos, passados ou não pelos crivos de borracha, foram submetidos a um pré-aquecimento por 30 minutos, em estufa elétrica a 52°C. Posteriormente, as bananas foram imersas por 10 minutos em solução aquecida (40°C) de metabisulfito de potássio (2%), sem controle do seu pH (3,4).

Após a imersão e, sem descanso dos frutos, efetuou-se o teste do catecol e, a desidratação propriamente dita, conforme mostra o esquema geral dos ensaios.

Tratamento B

Bananas descascadas, submetidas ou não aos crivos de borracha, foram pré-aquecidas por 30 minutos, em estufa elétrica a 52°C. A seguir, foram imersas por 10 minutos em solução aquecida (40°C) de metabisulfito de potássio a 2%, com pH ajustado a 2,9 com ácido cítrico a 15%.

Sem repouso do material tratado, procedeu-se ao teste do catecol e, a desidratação em estufa própria para tal.

Tratamento C

Bananas descascadas, inteiras, depois de passadas ou não pelos crivos de borracha, foram submetidas a pré-aquecimento por 30 minutos, em estufa elétrica a 52°C. A seguir, foram imersas por 5 minutos em solução aquecida (50°C) de metabisulfito de potássio a 2%, com pH ajustado a 2,9 com solução de ácido cítrico a 15%.

Sem descanso dos frutos, efetuou-se o teste do catecol e a desidratação em estufa elétrica.

Tratamento D

Amostras de banana, submetidas ou não aos crivos de borracha, após aquecimento prévio por 30 minutos, em estufa elétrica a 52°C, foram imer-

sas por 5 minutos, em solução aquecida (50°C) de metabisulfito de potássio a 2%, sem ajuste de seu pH.

Após a imersão e sem repouso dos frutos, procedeu-se ao teste do catecol e a desidratação em estufa controlada para tal.

Tratamento E ou Testemunha

Bananas maduras, foram descascadas e selecionadas manualmente. Após teste do catecol processou-se a desidratação.

Teste do catecol (USDA, 1945)

Amostras foram retiradas em intervalos pré-estabelecidos (ver esquema geral do ensaio) e, gotas de solução de catecol a 1% foram colocadas na superfície exposta do fruto que foi seccionado a fim de testar a extensão de penetração do SO₂. Onde o enzimo ainda estava ativo, ou seja, onde a penetração foi incompleta, o catecol foi oxidado e a área «não sulfitada» tomou a coloração marrom ou preta em curto intervalo de tempo.

Teste de escurecimento (ITAL, 1967)

Passas de banana desidratada e 160 g de água destilada foram trituradas por três minutos em liquidificador. A seguir, o purê foi centrifugado 15 minutos a 1.500 rpm. O líquido foi passado para um Erlenmeyer com tampa e colocado em banho de gelo picado. Num outro Erlenmeyer, foram adicionados 3 ml de catecol a 0,1M e 96 ml de tampão (pH 6,0), o qual, a seguir, foi deixado em banho-maria a 30°C até estabilizar a temperatura. Desse trabalho, foram tomados cerca de 10 ml num tubo de colorímetro e, realizada uma leitura em espectrofotômetro Coleman Jr., modelo 6D em comprimento de onda de 425 nm. A seguir, foi adicionado 1 ml do extrato, ao Erlenmeyer que continha o catecol, sendo homogeneizado rapidamente, e, tomando-se 10 ml, foram efetuadas 10 leituras, de um em um minuto.

Análise estatística

Empregou-se análise de variância segundo o esquema fatorial com utilização do teste F (GOMES, 1973).

Desidratação

A desidratação foi feita de acordo com BREKKE & ALLEN (1966), em estufa marca FABBE, Mod. 172, elétrica, de circulação forçada de ar, com temperatura controlável.

As bananas foram colocadas em camadas simples, em bandejas limpas de bambu, com perfurações de 0,5 cm entre as tiras. As superfícies das bandejas eram perfeitamente lisas, para prevenir adesão dos frutos.

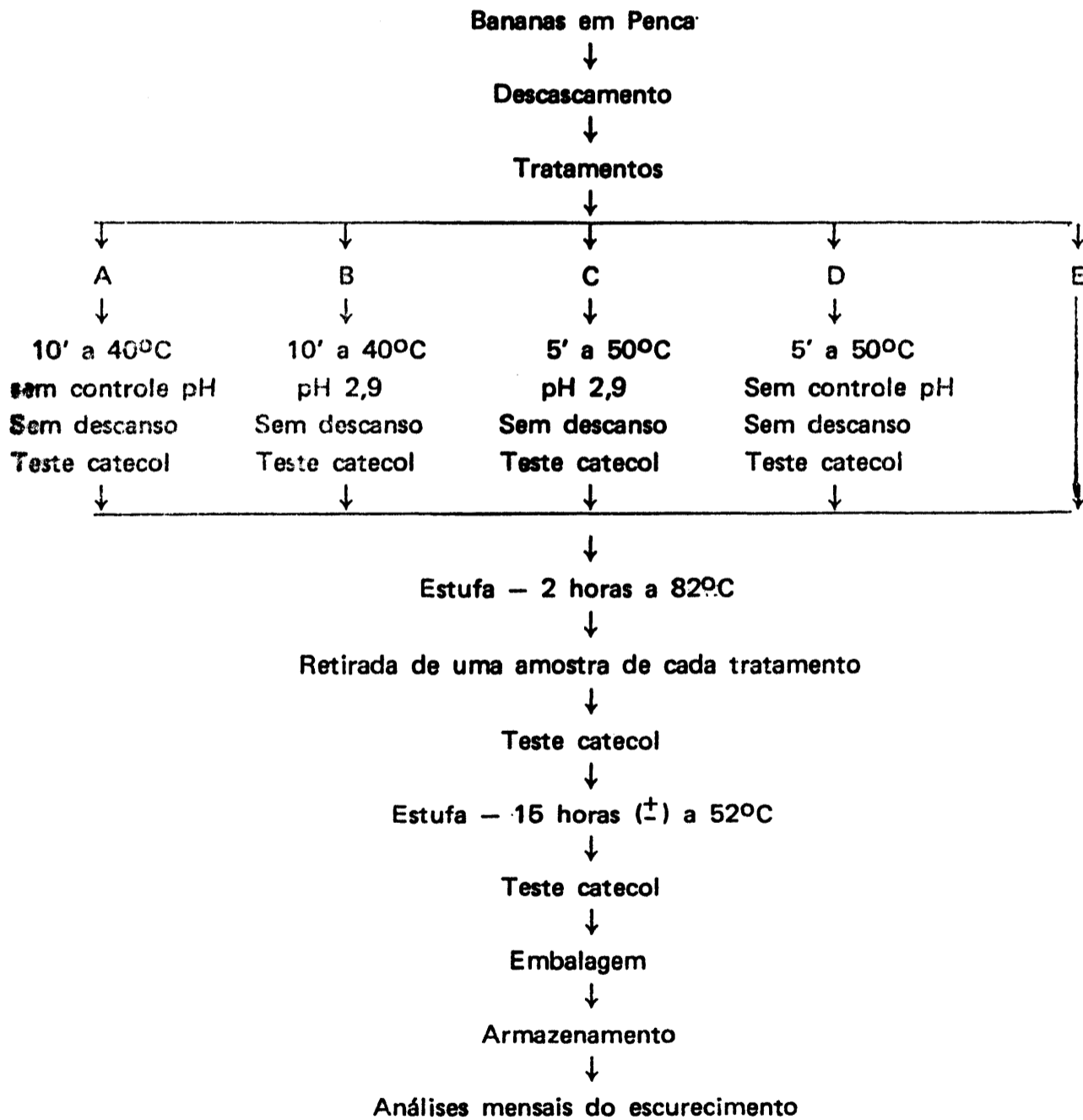
A secagem processou-se a 82°C nas primeiras 2 horas, terminando a 52°C nas quinze horas finais.

Esquema geral do ensaio

No presente trabalho, procurou-se estudar a influência do pH da solução de metabisulfito de potássio, em amostras submetidas ou não aos crivos de borracha.

As bananas foram submetidas a aquecimento antes da imersão dos frutos na solução, condição esta já discutida em trabalho anterior, dos mesmos autores (FONSECA et al., 1974).

O ensaio seguiu o seguinte esquema:



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados

Os resultados obtidos na elaboração da banana passa e nas análises de escurecimento são os vistos nos quadros de n.^{os} 1 a 4.

Os resultados obtidos pela análise estatística são constantes dos QUADROS 5 e 6.

Quadro 1: *Umidade final (em percentagem) e tempo de desidratação (em horas) das passas de banana.*

Trat. Result.	A (c/c)	B (c/c)	C (c/c)	D (c/c)	A (s/c)	B (s/c)	C (s/c)	D (s/c)	E
Umidade final	31,0	23,5	30,0	33,3	28,5	23,0	32,0	34,7	46,1
Tempo desidratação	19:00	19:00	21:30	24:00	19:00	19:00	22:30	24:00	25:30

Codificação: (c/c) – amostra submetida ao crivo

(s/c) – amostra não submetida ao crivo

As letras A, B, C ou D que precedem os símbolos (c/c) ou (s/c) indicam o tratamento.

Quadro 2 — Leituras de transmissão da luz (expressas em percentagem), das passas de banana (teste de escurecimento), em vários tempos de armazenamento (expressos em meses).

Tratamentos	A (c/c)					A (s/c)					B (c/c)					B (s/c)				
	0	1	3	5		0	1	3	5		0	1	3	5		0	1	3	5	
L ₀	97	97	97	97		95	97	96	97		96	97	97	97		95	97	95	95	
L ₁	91	92,5	90	i		90	91	91	89,5		91	92	90	90		90	91	91	i	
L ₂	90,5	92,5	87	N		88,5	91	89	89,5		91	91,5	88,5	89		87	91	88	N	
L ₃	90	92	86	S		88,5	91	88,5	89,5		90,5	91	87,5	89		87	91	87	S	
L ₄	90	92	85	E		88,5	91	88	89,5		90	90,5	86,5	88,5		86,5	91	87	E	
L ₅	90	92	84	T		88,5	91	87	89		90	90,5	85,5	87,5		86,5	91	87	T	
L ₆	90	92	83	O		88,5	91	86,5	88,5		89,5	90	85	87,5		86	90,5	86	O	
L ₇	90	92	82	S		88,5	91	86	88		89	88,5	84,5	87,5		86	90,5	86	S	
L ₈	90	92	81,5			88,5	91	85	88		88,5	88,5	84,5	87,5		86	90	85		
L ₉	90	92	80			88,5	91	85	88		88	88,5	84	87,5		85,5	90	84,5		
L ₁₀	89,5	91,5	79			88,5	91	84	88		87,5	87	84	87,5		85,5	90	84,5		

Legenda: L — leitura em percentagem de transmissão da luz

i — índice de tempo (em minutos).

Quadro 3: Leituras de transmissão da luz (expressas em percentagem) das passas de banana (teste de escurecimento) em vários tempos de armazenamento (expressos em meses)

Tratamentos Leitura \ Época	C (c/c)		C (s/c)		D (c/c)		D (s/c)	
	0	1	0	1	0	1	0	1
L ₀	95,5	97,5	95,5	97	97,5	96	94,5	96
L ₁	85	90	89	87	92	90	90	84
L ₂	71	87	79	72	89	85	88,5	75
L ₃	59	85	70	60	85,5	77	87,5	66
L ₄	49	82	61,5	50	82	68	86	60
L ₅	41	79	54	42	78	59	85	53
L ₆	35	76	47	36	74	53,5	84	47
L ₇	30	73,5	42,5	31	70	47,5	82,5	42
L ₈	26,5	71	38,5	27	67	43	80	38
L ₉	23,5	69	35	23,5	63	39	78	34
L ₁₀	21,5	66,5	32	21	60,5	36	76,5	31

Quadro 4: Leituras de transmissão da luz (expressas em percentagem) das passas de banana (teste de escurecimento) em vários tempos de armazenamento (expressos em dias).

Tratamento Leitura \ Época	E (Testemunha)		
	6	12	60
L ₀	98	96	99
L ₁	70	81	78
L ₂	50	71	58
L ₃	35,5	62	44
L ₄	20,5	53,5	33
L ₅	19	46,5	25,5
L ₆	15	40,5	20
L ₇	12	35,5	16,5
L ₈	10	31,5	14
L ₉	9	28	12
L ₁₀	8	25	11

Legenda: L – leitura em percentagem de transmissão da luz
i – índice de tempo (em minutos)

Quadro 5: Análise de variância referente a 1.^a etapa

F. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
C	1	0,0406	0,0406	0,84	n.s.
T	1	0,0085	0,0085	0,18	n.s.
M	2	0,0173	0,0087	0,18	n.s.
C x T	1	0,0014	0,0014	0,11	n.s.
C x M	2	0,2933	0,1467	12,02	n.s.
T x M	2	0,0175	0,0088	0,72	n.s.
C x T x M	2	0,0244	0,0122		
Resíduo médio	7	0,3366	0,0481		
TOTAL	11	0,4330			

Quadro 6: Análise de variância da 2.^a etapa

F. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	
C	1	0,0804	0,0804	3,08	n.s.
C x T	1	0	0	—	
C/TA	1	0,0408	0,0407	1,56	n.s.
C/TB	1	0,0307	0,0397	1,52	n.s.
T	1	0,0294	0,0294	1,13	n.s.
T x M	2	0,2158	0,1079	4,13	n.s.
T/M ₀	1	0,3892	0,3892	14,91	n.s.
T/M ₁	1	0,0837	0,0837	3,21	n.s.
T/M ₃	1	0,0786	0,0786	3,01	n.s.
M	2	0,8003	0,4002	15,33	n.s.
C x M	2	0,0230	0,0115	0,44	n.s.
C x T x M	2	0,0522	0,0261		
TOTAL	11	1,8330			

As análises estatísticas foram feitas para os dados de escurecimento contidos no QUADRO 2. Isto foi feito em virtude das amostras dos tratamentos A e B fornecerem o lote mais representativo de passas de banana e alcançarem uma maior vida comercial (3 meses). Daí, o interesse estar voltado na comparação destes dois tratamentos, sendo excluídos, desta análise os dados dos QUADROS 3 e 4.

Para efetuá-la, o estudo foi desdobrado em 2 etapas: a 1.^a compreendendo os valores pertencentes ao intervalo 0 - 1 minuto e a 2.^a abrangendo

os valores de 1 a 10 minutos, visto que a representação gráfica dos dados mostrou um comportamento diferente do escurecimento enzimico nas duas etapas.

Os esquemas finais das análises de variância são encontrados nos QUADROS 5 e 6, onde: C (crivo); T (tratamento químico-genérico); M (mês); TA e TB (tratamentos A e B); n. s. (diferença não significativa).

DISCUSSÃO

Não se verificaram diferenças visuais marcantes entre os tratamentos, relativamente ao teste do catecol porém, a inativação verificada foi considerada razoável.

Os resultados de inativação enzimica conseguidos com os tratamentos A e B, empregando solução aquecida a 40°C, foram considerados bastante satisfatórios, não tendo sido influenciada pelo controle do pH da solução de imersão (ver QUADRO 2).

Com relação aos tratamentos realizados a 50°C (C e D), a inativação foi considerada inferior, sendo que, o não abaixamento do pH (tratamento D), levou a resultados levemente melhores (QUADRO 3).

Pode-se observar a superioridade dos tratamentos A e B, comparando os dados dos QUADROS 2, 3 e 4.

Constata-se que as leituras de transmissão da luz (teste de escurecimento) das amostras testemunhas são bastante inferiores (QUADRO 4), evidenciando, deste modo, a eficiente ação dos fatores: concentração (2%) e pré-aquecimento dos frutos.

As Figs. n.^{os} 1 a 13 apresentam as curvas obtidas no teste do escurecimento enzimico.

A aparência das amostras submetidas aos tratamentos A e B foi melhor que as dos demais.

A análise estatística mostrou que para ambos os tratamentos A e B, não se fez sentir o efeito do crivo. Para as épocas de 0 e 1 meses percebe-se uma tendência de se obter produtos com melhor inativação enzimica à medida que o tratamento varia de B para A, tendência esta, todavia, não significativa estatisticamente (ver QUADROS 2 e 6).

Após 3 meses de armazenamento, a inativação das amostras dos tratamentos A e B, ainda foi bastante satisfatória, porém, para este período, verificou-se um escurecimento externo mais pronunciado nas amostras do tratamento B (onde houve o controle do pH).

O abaixamento do pH, tentado para se obter uma liberação de SO₂ mais rápida e abundante, mostrou não ter influência no processo e por esse motivo concluímos deva ser desconsiderado pois, sua execução acarretaria uma operação a mais, além de tornar a atmosfera de trabalho mais poluída.

Os tratamentos C e D, logo após 1 mês de armazenamento, foram considerados insatisfatórios, em virtude dos resultados que apresentaram.

A embalagem empregada conservou satisfatoriamente o produto até 3 meses, sendo que aos 5 meses, houve penetração de insetos na maioria dos tratamentos, o que provocou a deterioração das amostras.

CONCLUSÕES

Dos resultados, as seguintes conclusões podem ser tiradas:

- 1) O emprego da solução aquecida (40°C) de metabisulfito de potássio a 2%, em conjunto com o pré-aquecimento produziram amostras com boa estabilidade quanto ao escurecimento enzimico oxidativo. Há, para os períodos de 0 e 1 meses, uma inativação levemente melhor para as amostras do tratamento sem controle do pH (pH mais elevado); porém, as diferenças notadas não chegam a ser significativas;
- 2) O abaixamento do pH (de 3,4 para 2,9) da solução de metabisulfito de potássio não teve influência em nenhum dos tratamentos;
- 3) O emprego da solução aquecida (50°C) de metabisulfito de potássio a 2% não conduziu a resultados satisfatórios;
- 4) A remoção da película externa da banana não produziu diferenças significativas entre as amostras dos tratamentos A e B, quanto ao escurecimento enzimico.
- 5) A interação do pH da solução de imersão e da remoção da película externa da banana não conduziu à obtenção de melhores produtos.

SUMMARY

“INFLUENCE OF pH OF POTASSIUM METABISULFITE SOLUTION AND REMOVAL OF EXTERNAL SKIN IN THE ELABORATION OF BANANA FIGS”

The present work was conducted to find ways to control enzymic browning by poliphenoloxidase in the elaboration of banana figs.

Bananas were treated with SO₂ by immersion in a solution of potassium metabisulfite of which, concentration, temperature, pH and time of immersion were studied, as well as the interaction between these treatments and the removal of the fruit external skin.

It was concluded that the best treatment was to immerse for 10 minutes in the 2% solution at 40°C, independently of pH control.

The interaction of pH and removing or not the external skin of the bananas had no influence on the enzymic browning.

LITERATURA CITADA

- BREKKE, J. E. & L. ALLEN, 1966 — Banana dehydration. Technical Progress Report n.º 153, Hawaii Agric. Expt. Sta. Un. of Hawaii, Hononolu, Hawaii, 15 pp.
- CALDWELL, J. S., C. W. CULPEPPER & K. D. DEMAREE, 1955 — Quality of frozen apples related to variety and ripeness. *Agr. and Food Chemistry*, **3** : 513-18.
- CORSE, J., 1964 — The enzymatic browning of fruits and vegetables. In: «**Phenolics in Normal and Diseased Fruits and Vegetables**». V. C. RUNECKLES (ed.) Proceedings of a Symposium of the Plant Phenolic Group of North America, 41-62.
- GOMES, F. P., 1973 — «Curso de Estatística Experimental». 5.ª edição — Livraria Nobel S/A — S. Paulo, 468 pp.
- ITAL, 1967 — **Curso de Bioquímica Aplicada aos Alimentos**, a cargo do Prof. O. Hoffman Ostenhof, da Universidade de Viena, Austria, Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, S. P.
- JOSLYN, M. A. & E. M. MRAK, 1933 — Investigations on the use of sulfurous acid and sulfites in the preparation of fresh and frozen fruit for bakers' use. *Fruit Prod. J.*, **12** : 135. ..
- KAY, D. E., 1967 — Banana products. Part 1. **Tropical Products Institute Report G. 32**, I. P. I., Ministry of Overseas Development, London, 33 pp.
- PONTING, J. D., 1960 — The control of enzymatic browning of fruits In: H. W. Schults (ed.): «**Food Enzymes**». The AVI Publ. Co., Inc., Westport, Conn. E. U. A., 14 pp.
- REED, G. & L. A. UNDERKOFER, 1966 — **Enzymes in Food Processing**. Academic Press, New York and London, 483 pp.
- USDA. 1945 — Commercial preparation and freezing preservation of sliced apples. U. S. Dept. of Agriculture, **Western Regional Research Laboratory**, Albany, Califórnia, 7 pp.
- WALKER, L. H., M. J. POWERS & D. H. TAYLOR 1955 — Factors in processing methods which affect the quality of dehydrofozen apple slices. *Food Technol.*, **9** : 576.

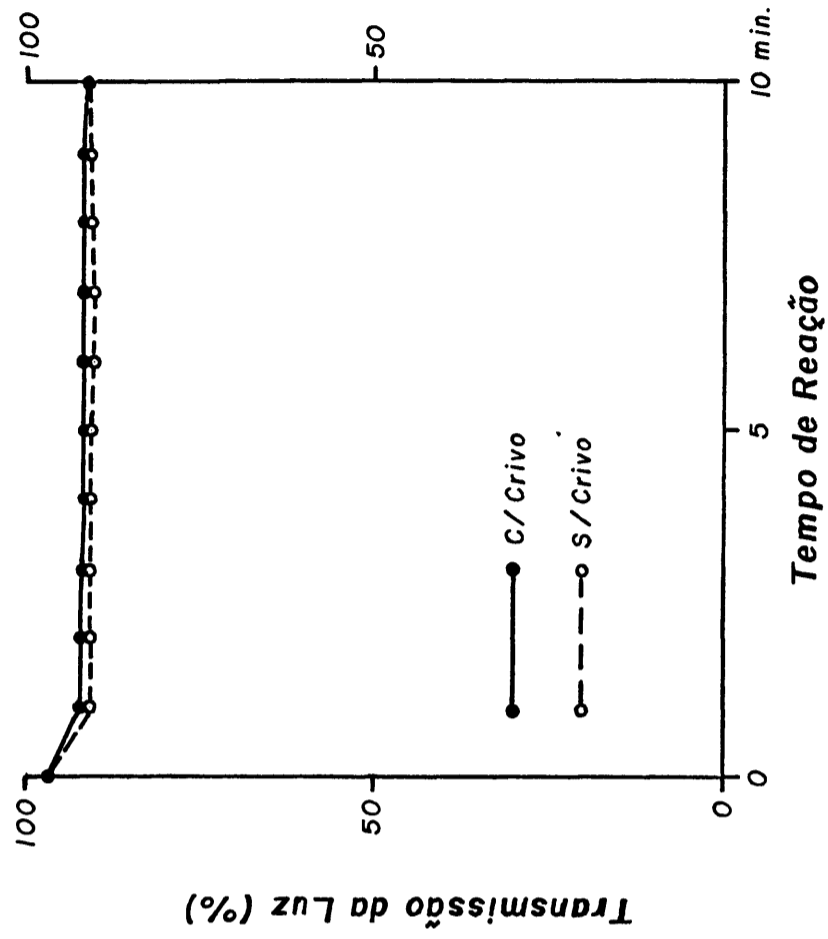


FIG. 2 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento A, com crivo e sem crivo, com 1 mês de armazenamento.

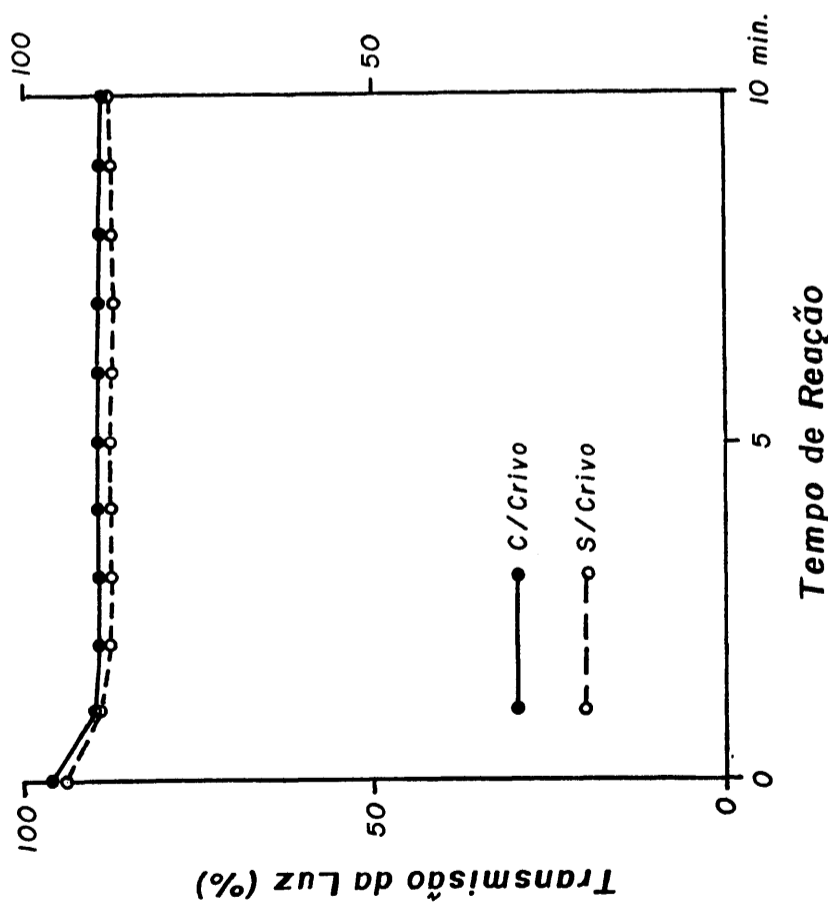


FIG. 1 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento A, com crivo e sem crivo, logo após o processamento.

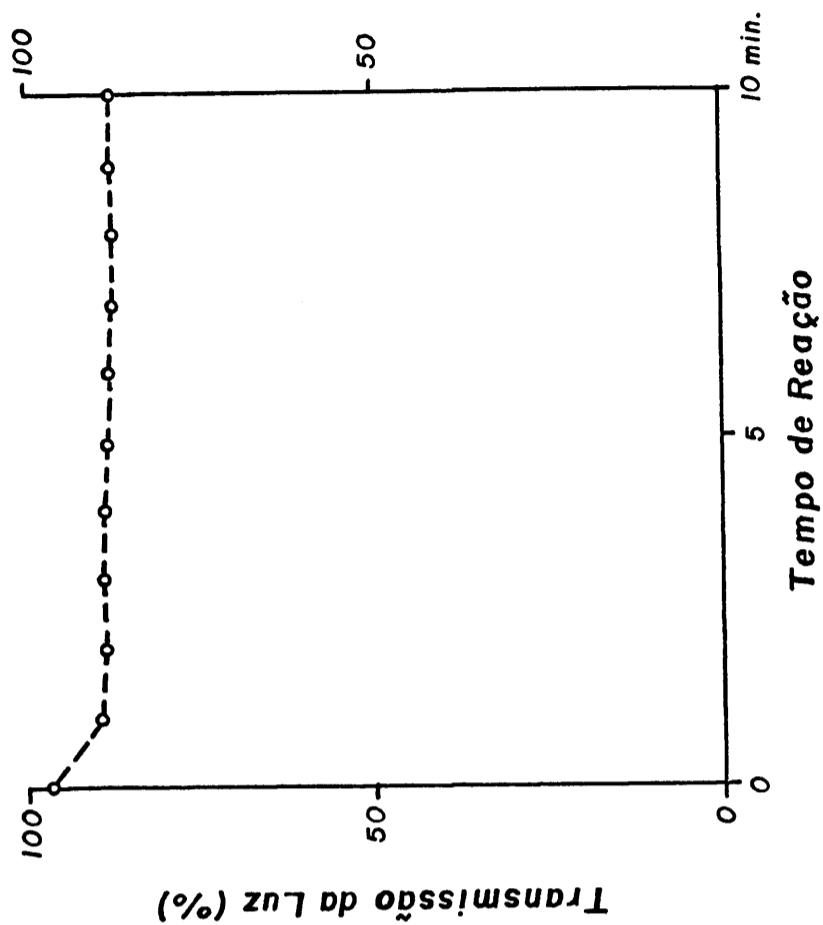


FIG. 4 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento A, sem crivo, com 5 meses de armazenamento.

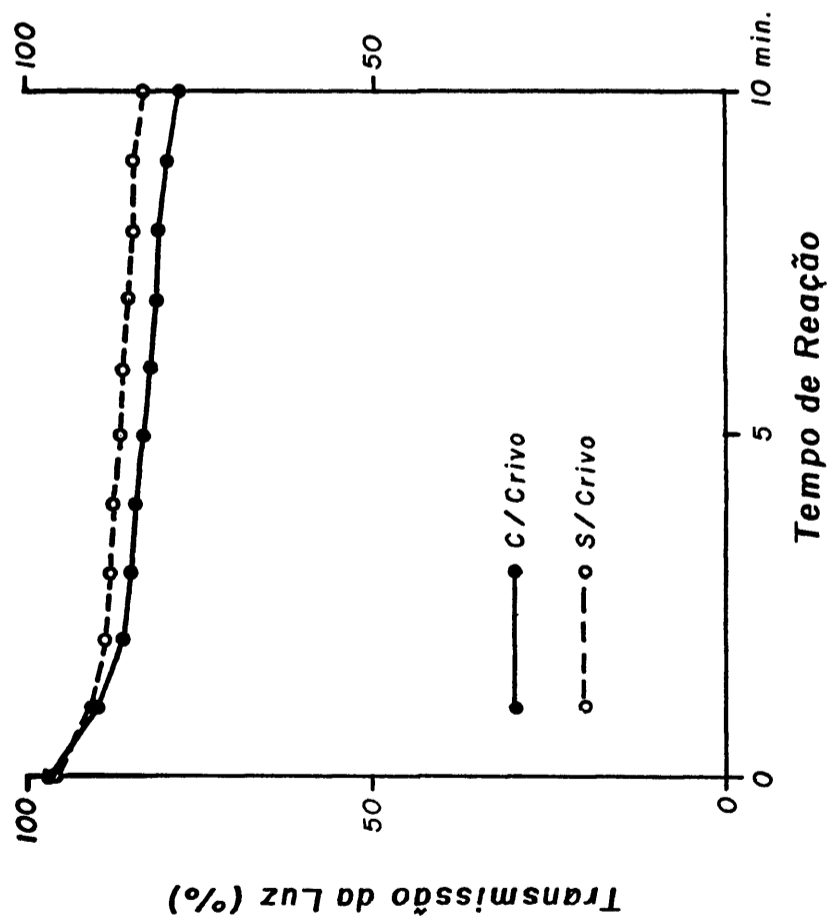


FIG. 3 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento A, com crivo e sem crivo, com 3 meses de armazenamento.

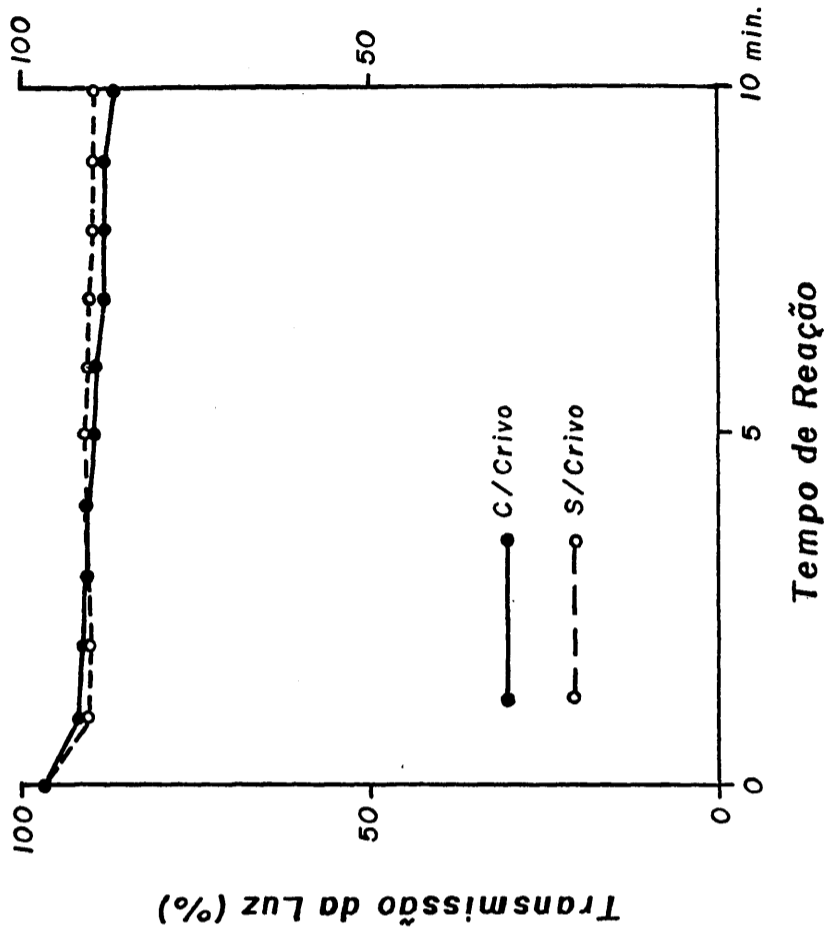


FIG. 6 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento B, com crivo e sem crivo, com 1 mês de armazenamento.

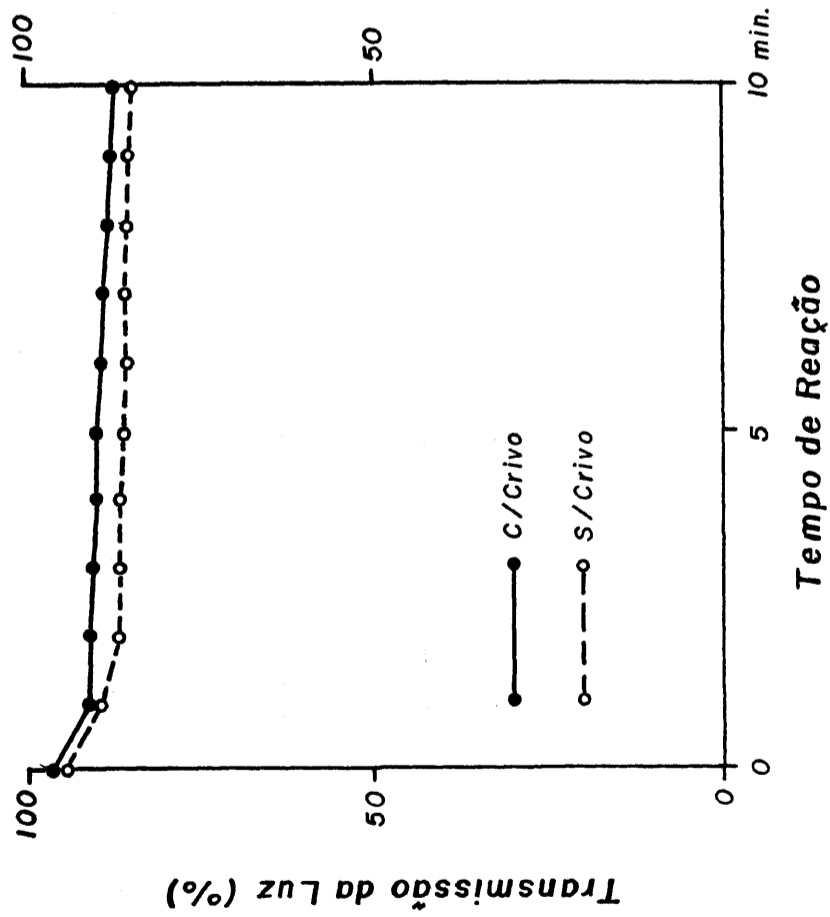


FIG. 5 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento B, com crivo e sem crivo, logo após o processamento.

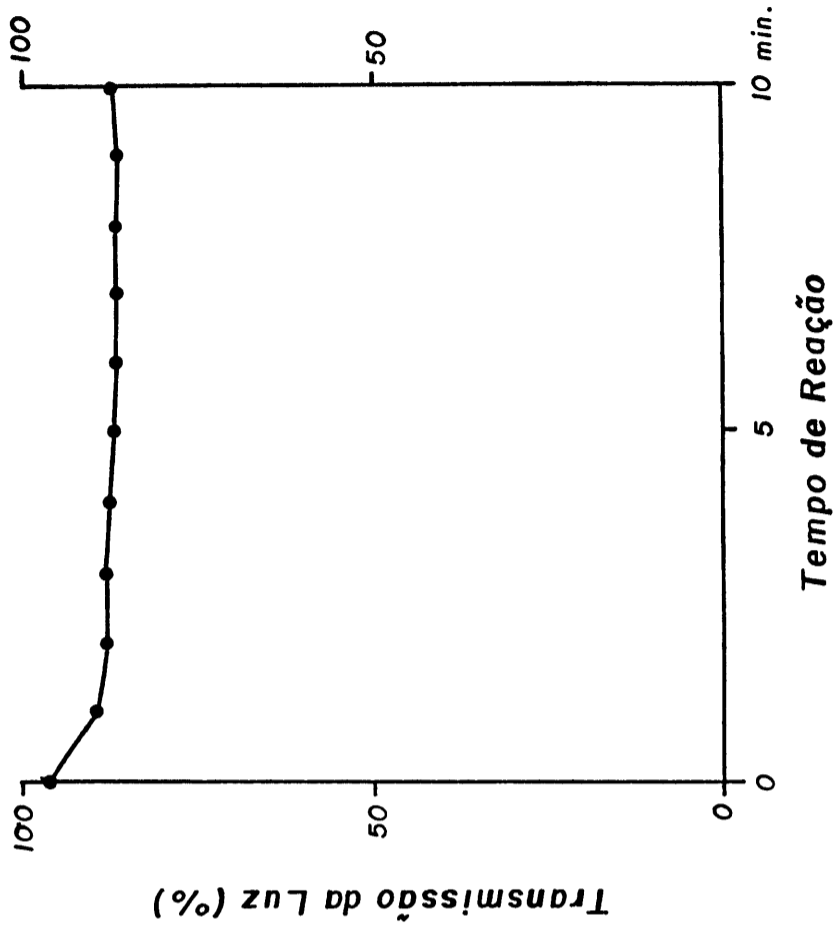


FIG. 8 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento B, com crivo, com 5 meses de armazenamento.

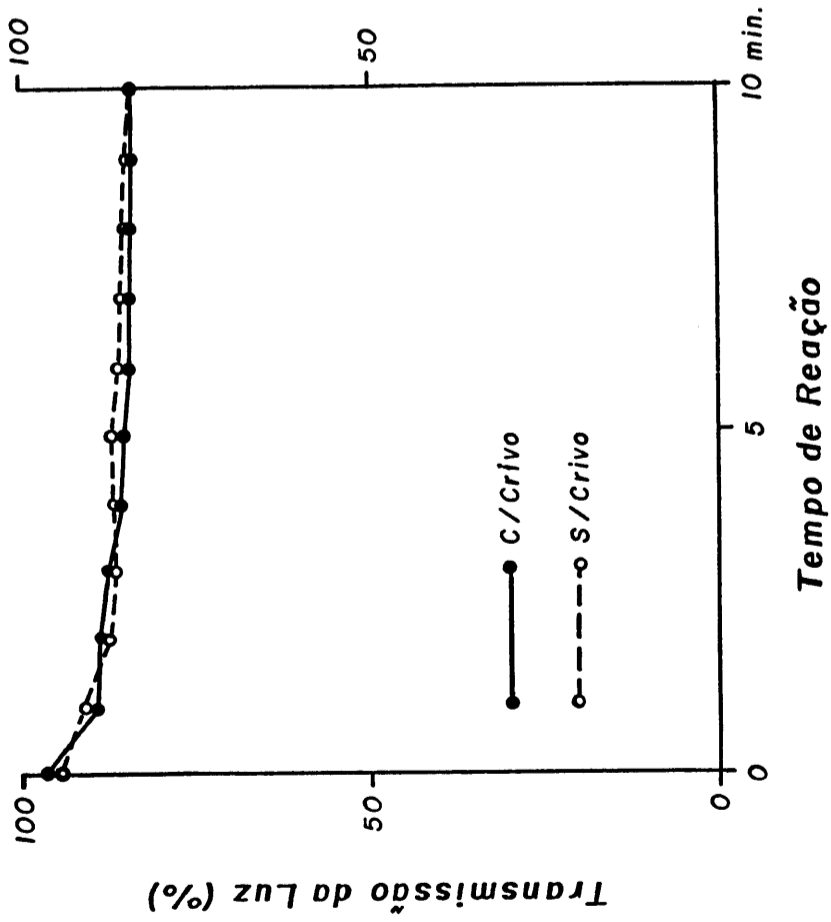


FIG. 7 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento B, com crivo e sem crivo, com 3 meses de armazenamento.

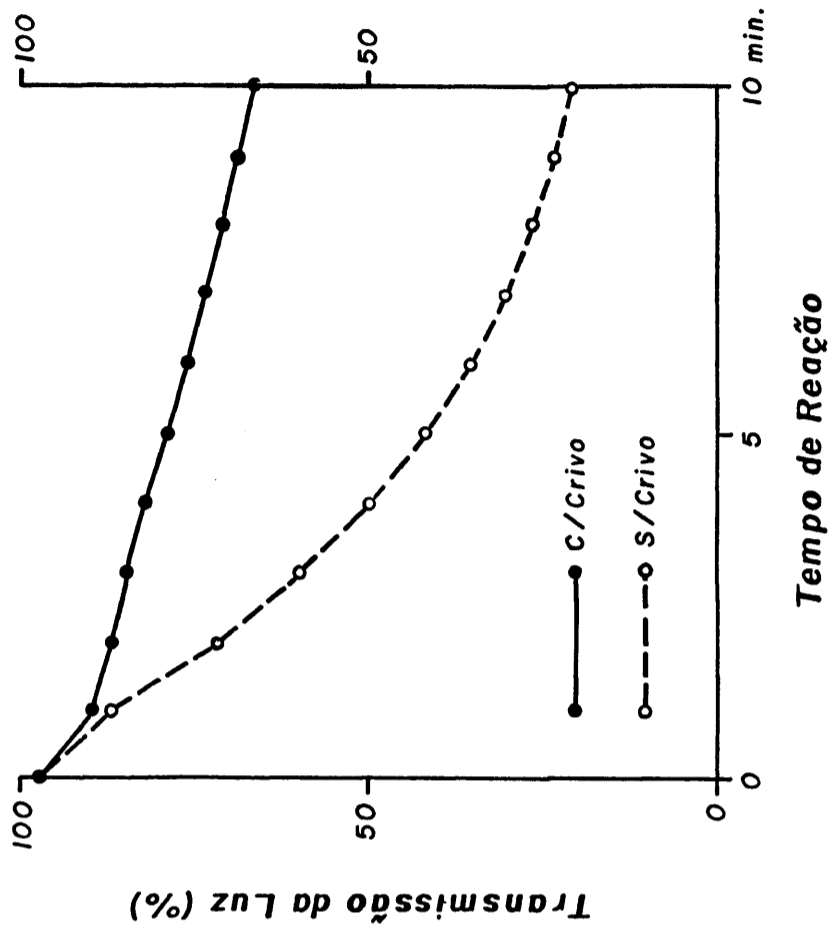


FIG. 10 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento C, com crivo e sem crivo, com 1 mês de armazenamento.

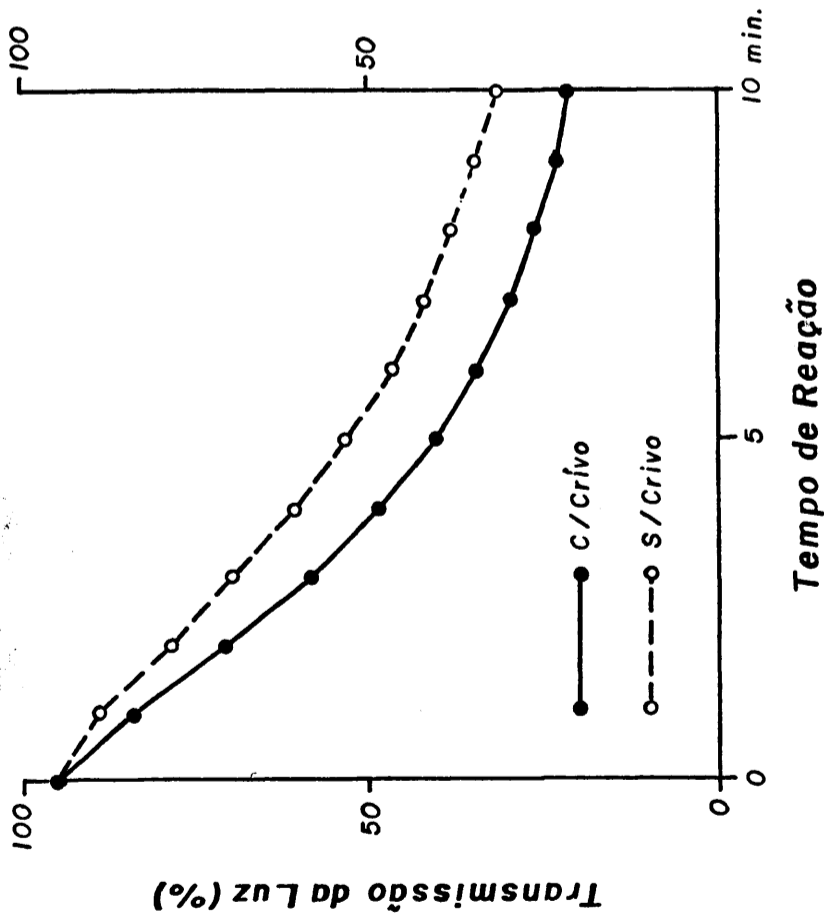


FIG. 9 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento C, com crivo e sem crivo, logo após o processamento.

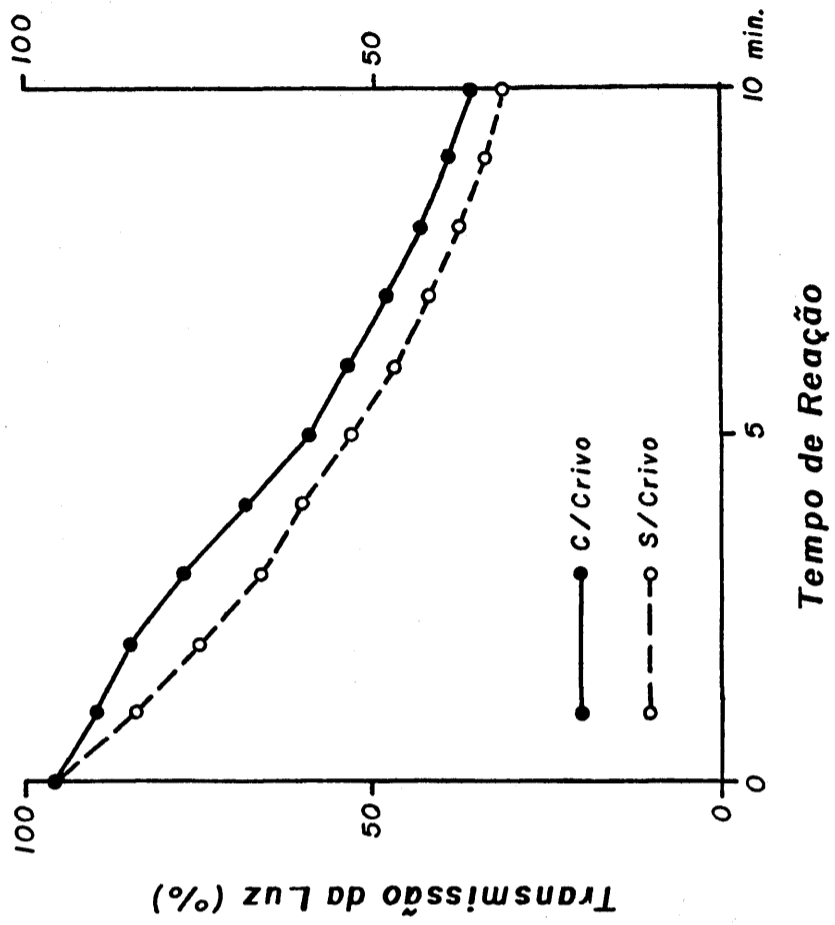


FIG. 12 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento D, com crivo e sem crivo, com 1 mês de armazenamento.

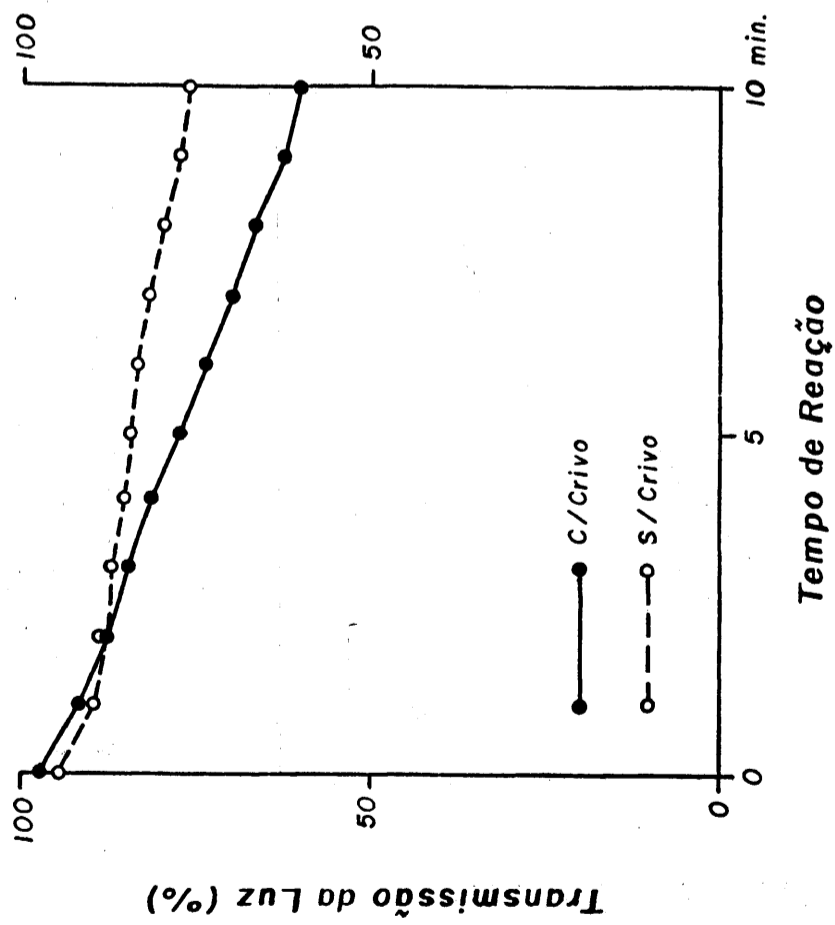


FIG. 11 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento D, com crivo e sem crivo, logo após o processamento.

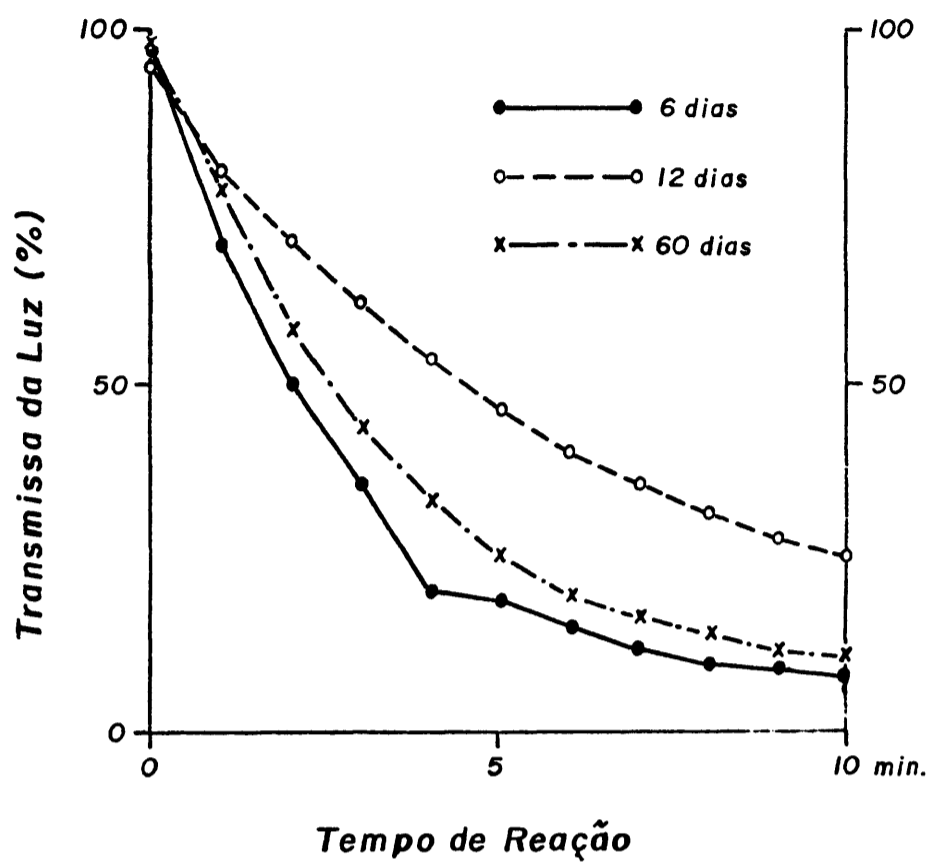


FIG. 13 - Curva representativa do escurecimento enzimico das amostras Testemunha, com 6, 12 e 60 dias de armazenamento.

