

ESTUDO PRELIMINAR DA INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE SO₂ NO CONTROLE DO ESCURECIMENTO ENZÍMICO DA BANANA PASSA *

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

RESUMO

Dois ensaios foram realizados com o objetivo de estudar meios de controle do escurecimento enzimico na elaboração de banana passa.

Bananas foram tratadas com SO₂ através da sua imersão em solução de metabisulfito de potássio. As variáveis estudadas foram: concentração, temperatura e pH da solução, tempo de imersão dos frutos e tempo de descanso dos frutos após os tratamentos.

Os resultados mostraram que o melhor tratamento consistiu na imersão por 10 minutos das bananas em solução de metabisulfito de potássio a 2%, aquecida a 40°C e com pH 2,9.

O descanso dos frutos antes da desidratação não melhorou os produtos e portanto foi abandonado.

A vida comercial dos produtos obtidos com este tratamento atingiu a 3 meses, com as embalagens comuns utilizadas.

Testes preliminares com pré-aquecimento das amostras antes da imersão indicaram a possibilidade de melhorar ainda mais a qualidade dos produtos.

INTRODUÇÃO

Tem-se tentado obter dentre os produtos industrializados de banana, passas com alto padrão de qualidade, visando o mercado interno e, basi-

* Entregue para publicação em 27/12/1974.

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

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

**** Eng^o Agr^o, ex-estagiária do Departamento de Tecnologia Rural — ESALQ-USP. Endereço atual: Laboratório de Pesquisa, Anderson Clayton, São Paulo — SP.

camente, a exportação. Deve-se considerar que os produtos nacionais não apresentam padrões de qualidade que satisfaçam às exigências do mercado internacional.

As passas de banana encontradas no comércio não apresentam certos atributos de qualidade, indispensáveis à sua aceitação pelo consumidor ao qual o produto está sendo destinado.

Esta deficiência faz-se sentir, principalmente, quanto à aparência, apresentando-se bastante escuras. Este escurecimento, segundo PONTING & JOSLYN (1948) e PONTING (1960) é ocasionado principalmente por reações enzimáticas catalizadas pelo polifenoloxidase.

Vários métodos tem sido citados como eficientes para o controle do escurecimento enzimico (USDA, 1945; HOPE, 1961 e BOLIN et al., 1964).

O calor é, provavelmente, o meio mais simples para a inativação do polifenoloxidase, bem como de outros enzimas indesejáveis no processamento de alimentos. CRUESS & SEAGRAVE-SMITH (1946), GULLETT (1957-1958) e BOYLE & WOLFORD (1968) relataram entretanto, que o emprego do calor apresenta algumas desvantagens pois, pode ocasionar alterações indesejáveis nas propriedades organolépticas, físicas e químicas dos alimentos.

Segundo SAVAGE & ARTHUR (citados por LOESECKE, 1950) fatias do fruto devem ser submetidas a dióxido de enxofre a 1,0 — 1,6% por 15 minutos e desidratados a 48,9 — 51,7°C por 18 horas. O produto desidratado seria colocado em caixas por uma ou duas semanas, para equilibrar a umidade. O produto acabado poderia conter cerca de 130 ppm de dióxido de enxofre.

Neste trabalho procurou-se estabelecer o nível de concentração de metabisulfito de potássio mais adequado para propiciar um controle eficaz do escurecimento enzimico.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

A matéria prima constou de banana nanica, em estágio de maturação próprio para o consumo.

Foi utilizada embalagem de celofane amarela, procurando aproximar-se o quanto possível da embalagem comercial, comumente empregada.

Métodos

Diversos tratamentos foram programados, a fim de testar dois níveis de concentração de metabisulfito de potássio. A medida que os resultados foram surgindo, alguns tratamentos foram cancelados, em benefício de outros mais adequados.

Tratamento A

Bananas maduras, foram selecionadas e descascadas manualmente. Cerca de metade do lote foi forçado através de orifícios circulares (crivos) de borracha, perfeitamente ajustáveis aos diâmetros dos frutos, de modo a serem raspadas as superfícies externas das bananas.

A seguir, ambos os lotes, foram imersos em solução aquecida (40°C) de metabisulfito de potássio a 1%, por 10 minutos. Após a imersão, os frutos permaneceram em repouso por 10 minutos, findos os quais procedeu-se o teste do catecol e à desidratação em estufa elétrica (como mostra o esquema geral).

Tratamento B

Bananas maduras, selecionadas e descascadas, após serem passadas ou não pelos crivos de borracha, foram imersas em solução aquecida a (40°C) de metabisulfito de potássio a 1%, por 10 minutos. Logo após, sem repouso do material tratado, efetuou-se o teste do catecol e a desidratação propriamente dita.

Tratamento C

Bananas maduras, selecionadas e descascadas, submetidas ou não aos crivos de borracha, foram imersas por 5 minutos, em solução aquecida (50°C) de metabisulfito de potássio a 1%. Após repouso dos frutos por 10 minutos, procedeu-se o teste do catecol e a desidratação em estufa elétrica regulada para tal operação.

Tratamento D

Bananas maduras, selecionadas e descascadas foram passadas ou não por crivos de borracha. Ambos os lotes, foram imersos por 5 minutos em solução aquecida (50°C) de metabisulfito de potássio, a 1%. A seguir, sem descanso dos frutos, efetuou-se o teste do catecol e a desidratação em estufa elétrica.

Tratamento A₁

Bananas maduras foram selecionadas e descascadas manualmente. A seguir, após a passagem ou não pelos crivos de borracha foram imersas por 10 minutos em solução aquecida de metabisulfato de potássio, a 2%, à temperatura de 40°C, solução esta cujo pH fora previamente ajustado (de 3,4 a 2,9 com solução de ácido cítrico a 15%). Após 8 horas de descanso do material tratado, onde efetuou-se o teste do catecol de hora em hora, procedeu-se a desidratação.

Tratamento B₁

Bananas maduras, selecionadas e descascadas, submetidas ou não aos crivos de borracha foram imersas por 10 minutos em solução aquecida (40°C) de metabisulfito de potássio a 2%, com pH ajustado a 2,9 com solução de ácido cítrico a 15%. Sem descanso do material tratado, efetuou-se o teste do catecol e a desidratação.

Tratamento C₁

Bananas maduras, selecionadas e descascadas manualmente, foram passadas ou não através dos crivos de borracha. Ambos os lotes, foram a seguir, imersos por 5 minutos, em solução aquecida (50°C) de metabisulfito de potássio a 2%, com pH ajustado a 2,9. Após descanso do material por 4 horas, efetuou-se o teste do catecol de hora em hora e procedeu-se a desidratação.

Tratamento. D₁

Bananas maduras, selecionadas e descascadas, após passagem ou não por crivos de borracha, foram imersas por 5 minutos em solução aquecida (50°C) de metabisulfito de potássio a 2%, com pH ajustado a 2,9. Após a imersão e, sem repouso dos frutos, efetuou-se o teste do catecol e a desidratação.

Tratamento E ou Testemunha

Bananas maduras foram selecionadas e descascadas manualmente e após teste do catecol foram submetidas à desidratação em estufa, como mostra o esquema geral dos ensaios.

Métodos Analíticos

Teste do catecol (USDA, 1945)

Amostras de banana foram retiradas em intervalos pré-fixados (ver esquemas de tratamentos) e, gotas de solução de catecol a 1% foram colocadas na superfície exposta da fruta que foi seccionada ao meio.

Onde a penetração do SO₂ foi incompleta, ou seja onde o ênzimo ainda permaneceu ativo, 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 triturados 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 0,1M e 96 ml de tampão (pH 6,0), que a seguir, foi deixado em banho-maria a 30°C até estabilizar a temperatura. Desse substrato, foram tomados cerca de 10 ml num tubo de colorímetro e, realizada uma leitura em Espectrofotômetro Coleman Jr., Modelo 6D, em 425 nm. A seguir, foi adicionado 1 ml do extrato ao Erlenmeyer que continha o catecol sendo homogeneizado rapidamente, e, do qual tomou-se 10 ml em tubo de colorímetro efetuando-se 10 leituras de 1 em 1 minuto.

Foram construídas curvas representativas do escurecimento enzimico (leituras x tempo).

Desidratação

As desidratações foram efetuadas segundo BREKKE & ALLEN (1966), em estufa elétrica FABBE mod. 172, de circulação forçada de ar, com temperatura controlável, apresentando capacidade para sete bandejas.

As bananas foram colocadas em camadas simples, em bandejas de bambú, pois foram as que se mostraram mais convenientes para o produto.

As superfícies dessas bandejas eram perfeitamente lisas, prevenindo manchas e adesão dos frutos.

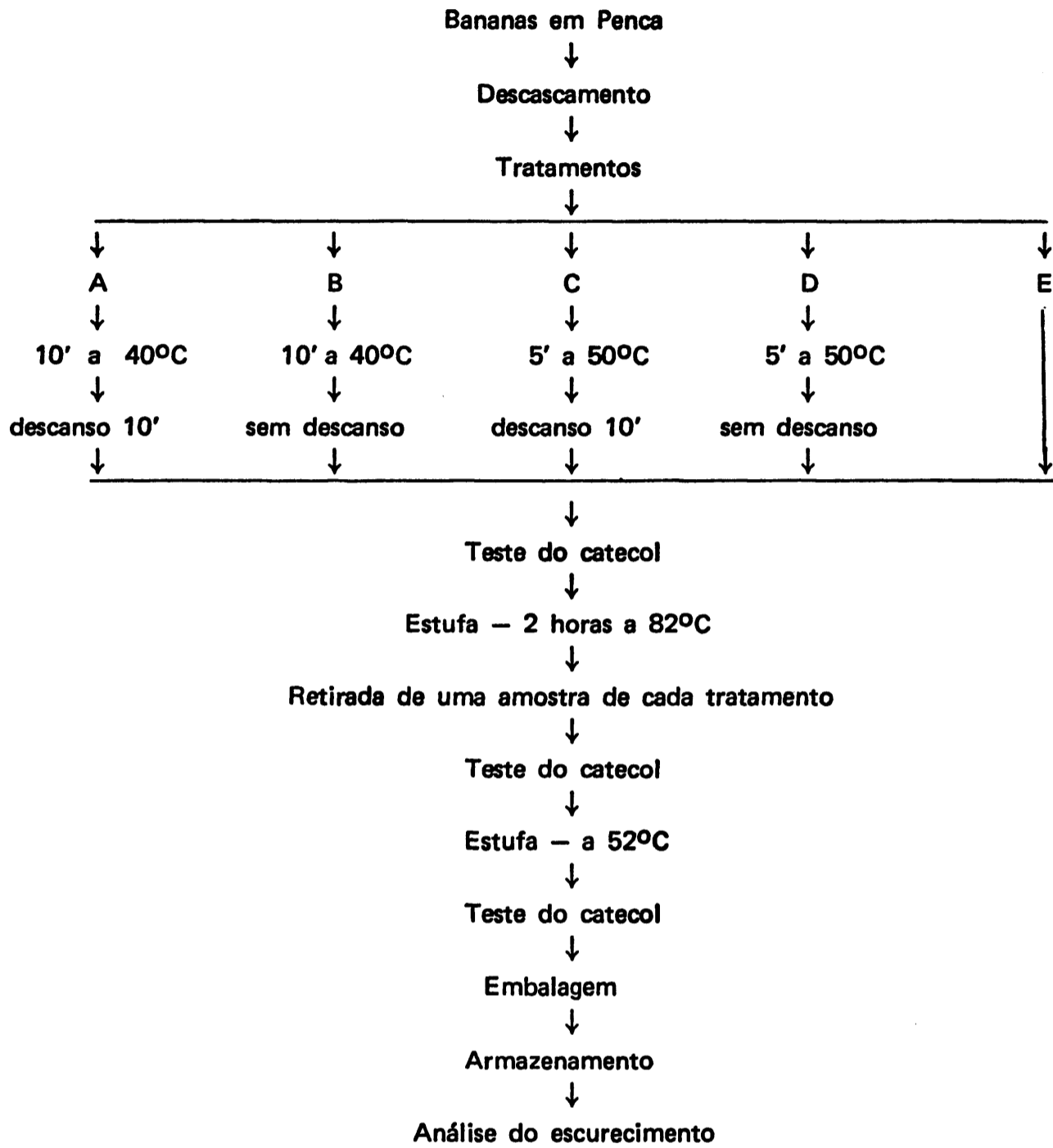
A estufa operou a 82°C nas primeiras duas horas, terminando a 52°C até o fim da desidratação.

Esquema geral dos ensaios

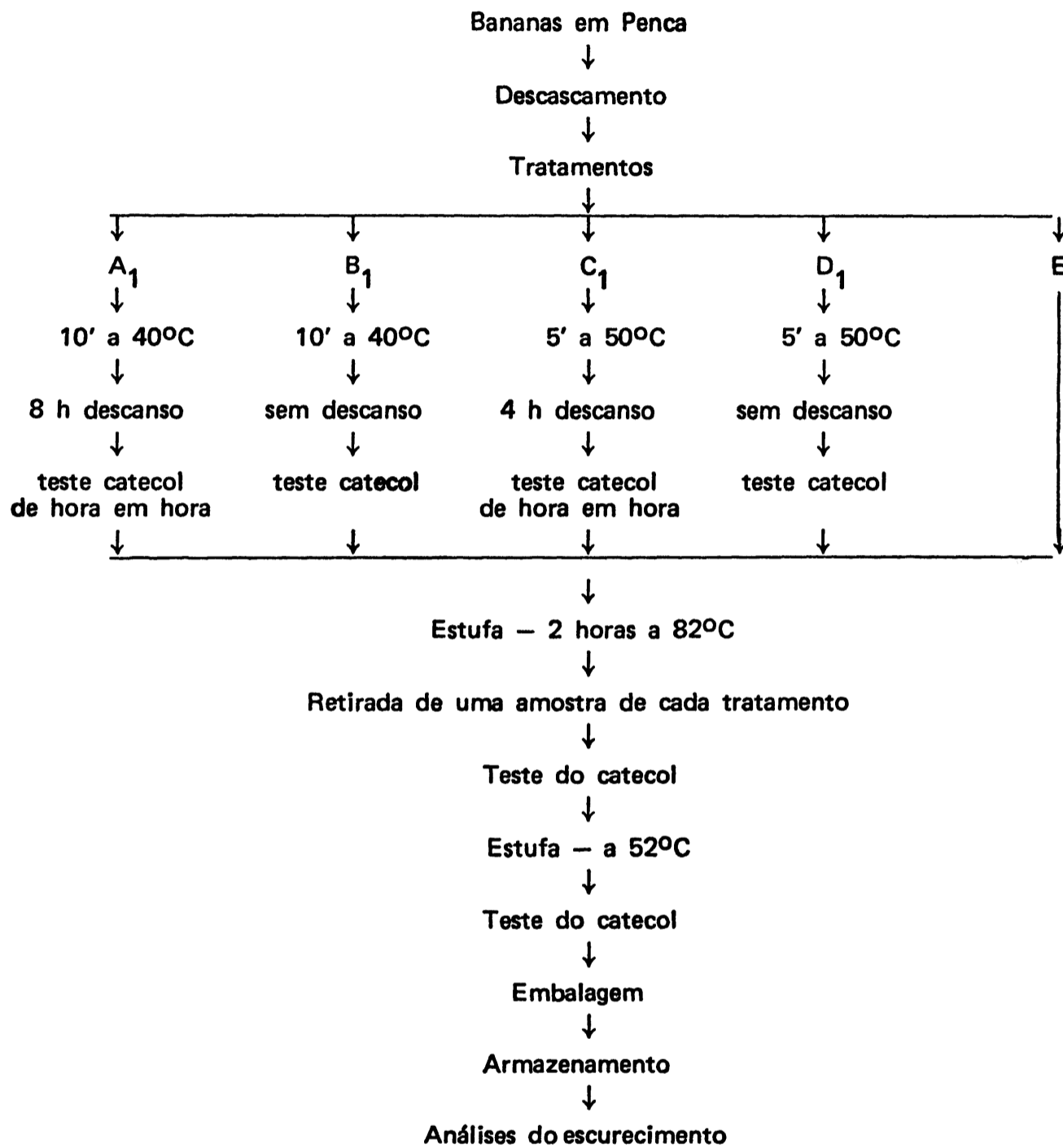
Os ensaios foram conduzidos procurando verificar a eficiência do SO₂ no controle do escurecimento enzimico, quando aplicado sob a forma de solução de metabisulfito de potássio, e em função de outras variáveis.

Foi estudada a influência de diversos níveis de concentração da solução de imersão, a saber 1 e 2% e com abaixamento ou não do pH da solução.

O 1.º ensaio, empregando solução a 1%, sem controle do pH, seguiu o seguinte esquema:



O 2.º ensaio, empregando solução a 2% e pH 2,9, seguiu o seguinte esquema:



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados

Os resultados obtidos com os experimentos são os constantes dos QUADROS 1, 2, 3, 4 e 5.

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

Tratamento	AI (c/c)	AI (s/c)	AII (c/c)	AII (s/c)	B ₁ (c/c)	B ₁ (s/c)	E
Umidade Final	34,00	31,50	36,58	36,49	30,00	31,00	46,10
Tempo desidratação	16:30	16:30	19:00	19:00	19:00	19:00	25:30

Legenda: (c/c) — amostra submetida ao crivo.
(s/c) — amostra não submetida ao crivo.

AI, AII — Tratamento A, do 1.º ensaio, com repetições I e II, respectivamente.

B₁ — É o tratamento B₁ do 2.º ensaio.

E — Tratamento testemunha para ambos os ensaios.

QUADRO 2. Leituras de transmissão da luz (expressas em percentagem) das passas de banana (teste de escurecimento) para vários tempos de armazenamento (expressos em dias)

TRATAMENTOS		AI (c/c)	AI (s/c)	AI (c/c)	AI (s/c)
Leit.	Armaz.	6	6	12	12
	L ₀		97	98,5	97
L ₁		81	88	69	77
L ₂		67	83,5	50	62
L ₃		55	78,5	36	49
L ₄		45	73,5	26	40
L ₅		36	68,5	20	32
L ₆		31	64	15,5	26,5
L ₇		26	59,5	13	22,5
L ₈		23	56	11	19,5
L ₉		20	53	10	17
L ₁₀		18	50	9	15

QUADRO 3. Leituras de Transmissão de luz (expressas em percentagem) das passas de banana (teste de escurecimento), para diferentes tempos de armazenamento (expressos em dias).

TRATAMENTOS		AII (c/c)		AII (s/c)	
Leit.	Armaz.	6	6	12	12
L ₀		98	97	90	87,5
L ₁		82	82	70	76
L ₂		71	72	52	72
L ₃		60	61	39	66
L ₄		50	52	29,5	60
L ₅		42	44	23	55
L ₆		36	38	18	50,5
L ₇		30,5	32	15	46,5
L ₈		27	28,5	13	43
L ₉		23,5	25	11	40
L ₁₀		21	22	10	38

QUADRO 4. Leituras de transmissão da luz (expressas em percentagem) das passas de banana (teste de escurecimento), para diferentes tempos de armazenamento (expressos em meses).

TRATAMENTOS		B ₁ (c/c)			B ₁ (s/c)		
Leit.	Armaz.	0	1	3	0	1	3
L ₀		93	98	95	96	96,5	96
L ₁		90	89	89	90	91,5	90
L ₂		73	86	86	78,5	91,5	88
L ₃		61,5	82,5	84	71,5	91,5	87,5
L ₄		51,5	79	82	64	91,5	87
L ₅		43	75,5	79,5	57	91,5	87
L ₆		37	71,5	77	50	91,5	87
L ₇		32	68,5	75	45,5	91	87
L ₈		28	65	73	41,5	91	86,5
L ₉		24,5	62,5	71	38	91	86
L ₁₀		22	59,5	69	35,5	91	85,5

QUADRO 5. Leituras de transmissão da luz (expressas em percentagem) das passas de banana (teste de escurecimento), para diferentes tempos de armazenamento (expressos em dias).

TRATAMENTOS		TESTEMUNHA (E)		
Leit.	Armaz.	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).

DISCUSSÃO

O teste do catecol detectou um halo periférico de inativação maior, com o uso da solução a 2%, do que a 1%. Os resultados das análises de escurecimento mostraram que o emprego da solução de metabisulfito de potássio a 2% e pH 2,9 conduziram à leituras mais elevadas (ver QUADROS 2 a 5), o que significou uma inativação enzimica melhor, uma vez que as leituras indicam a percentagem de transmissão da luz no substrato onde atua o enzimo, e, portanto, soluções mais claras.

O emprego da solução de metabisulfito a 1% Tratamento A), evidenciou ser este nível de concentração insuficiente para o controle do escurecimento enzimico, pois as leituras quase se igualaram às das testemunhas. Pode-se melhor perceber tal fato comparando-se as leituras dos QUADROS 2, 3 e 4.

Por outro lado, as comparações entre as leituras de escurecimento obtidas com os tratamentos B₁ (a 2%) e E (testemunha), constantes dos QUADROS 4 e 5, respectivamente, mostraram que o uso de solução a 2% permitiu-se obter-se produtos com melhores características, quer sejam, químicas ou sensoriais (aspecto).

Tais resultados levaram os autores a explorar as variáveis (2%) e pH em outros trabalhos.

As amostras imersas em solução a 1%, apresentaram aspecto desagradável, com coloração mais escura.

A medida que os ensaios foram sendo conduzidos tais fatos confirmaram-se, o que levou a abandonarmos os tratamentos com solução de metabisulfito a 1%.

O teste do catecol mostrou que a penetração do SO_2 foi incompleta, apresentando, a superfície exposta do fruto, coloração marrom para ambas as concentrações. Porém, com o emprego da solução a 2%, verificou-se uma inativação periférica levemente maior.

Os tratamentos do 2.º ensaio, envolvendo várias horas de descanso (A_1 e C_1) foram considerados de pequeno aproveitamento industrial, sendo também abandonados.

Testes preliminares, efetuados paralelamente, empregando-se solução a 2% em conjunto com pré-aquecimento dos frutos em estufa, mostraram resultados satisfatórios e serão objeto de outro trabalho. Desse modo, os demais tratamentos delineados (A_1 , C_1 e D_1) foram cancelados em benefício de outros mais adequados, que serão discutidos, em trabalhos posteriores.

Pode-se observar também que nos Tratamentos B_1 (QUADRO 4) houve um aumento nas leituras de transmissão da luz, após 1 e 3 meses de armazenamento, o que significa produtos com maior inativação enzimática do que logo após o processamento. A única hipótese plausível que aventamos é a de que com o decorrer do tempo (até certo limite) haveria uma maior difusão do SO_2 nas células mais interiores da banana provocando uma maior inativação dos enzimas.

As Figs. de n.ºs 1 a 8 visualizam melhor o fenômeno do escurecimento enzimático, e, facilitam as comparações das amostras.

CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos foram tiradas as seguintes conclusões principais:

1. O emprego de solução de imersão de metabisulfito a 2%, por 10 minutos a 40°C , levou à obtenção de passas com melhores qualidades e características, que os demais tratamentos;
2. A vida comercial dos produtos submetidos ao tratamento com solução a 2% foi maior, chegando a 3 meses, nas embalagens comuns utilizadas no ensaio.
3. Parece que o pré-aquecimento dos frutos, antes da imersão em solução de metabisulfito, poderá contribuir para uma melhor inativação enzimática e deverá ser pesquisada.

SUMMARY

“PRELIMINARY STUDIES OF SO₂ CONCENTRATION ON THE CONTROL OF ENZYMIC BROWNING OF BANANA FIGS”.

Two investigations were conducted to find ways to control enzymic browning in the elaboration of banana figs.

Bananas were treated with SO₂ by immersion in a solution of potassium metabisulfite of which were studied concentration, temperature, pH and time of immersion as well as the resting time of the fruits, after the treatments.

The results showed that the best treatment was to dip the fruits for 10 minutes in the 2% solution at 40°C, and pH 2,9. Resting before drying did not improve the products.

The shelf life of the products, with the best treatment reached 3 months, with commonly used cellophane wrapping.

Preliminary tests, pre-heating before immersing the fruits showed the possibility of improving the penetration of SO₂ and so the enzymic browning control.

LITERATURA CITADA

- BOLIN, H. R., F. S. NURY & B. J. FINKLE (1964) — An improved process for preservation of fresh peeled apples. In: *The Baker's Digest*. 38 : 46-48.
- BOYLE, F. P. & E. R. WOLFORD (1968) — The preparation for freezing and freezing of fruits. In: «*The Freezing Preservation of Food*». Vol. 3, TRESSLER, D. K., W. B. V. ARSDEL & M. J. COPLEY (Eds.). The AVI Publ. Co., Inc., Westport Conn. E. U. A.
- BREKKE, J. E. & L. ALLEN (1966) — Banana Dehydration. *Technical Progress Report*. n.º 153, Hawaii, Agric. Expt. Sta., Un. F. Hawaii, Honolulu, Hawaii, 15 pp.
- CRUESS, W. V. & SEAGRAVE-SMITH (1946) — Observations of freezing of apples. *Fruit. Prod. J.*, 26 : 36.
- GULLET, E. A. (1957-1958) — Control of browning in frozen apple slices. *Report of the Hortic. Expt. Sta. and Products Laboratory*, Vineland, Ontario, Canadá, 143-150.
- HOPE, G. W. (1961) — The use of antioxidants in canning apple halves. *Food Technol.*, 15 : 548-50.
- 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, SP.
- LOESECKEVON, H. W. (1950) — «Bananas» — Interscience Publishers, Inc., New York.
- PONTING, J. D. & M. A. JOSLYN (1948) — Ascorbic acid oxidation and browning in apple tissue extracts. *Arch. Biochem.*, 19 : 47-63.
- 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., 144 p.
- U. S. D. A., 1945 — Commercial preparation and freezing preservation of sliced apples. Western Regional Research Laboratory, U. S. Dept. of Agriculture, Albany, California, 7 pp.

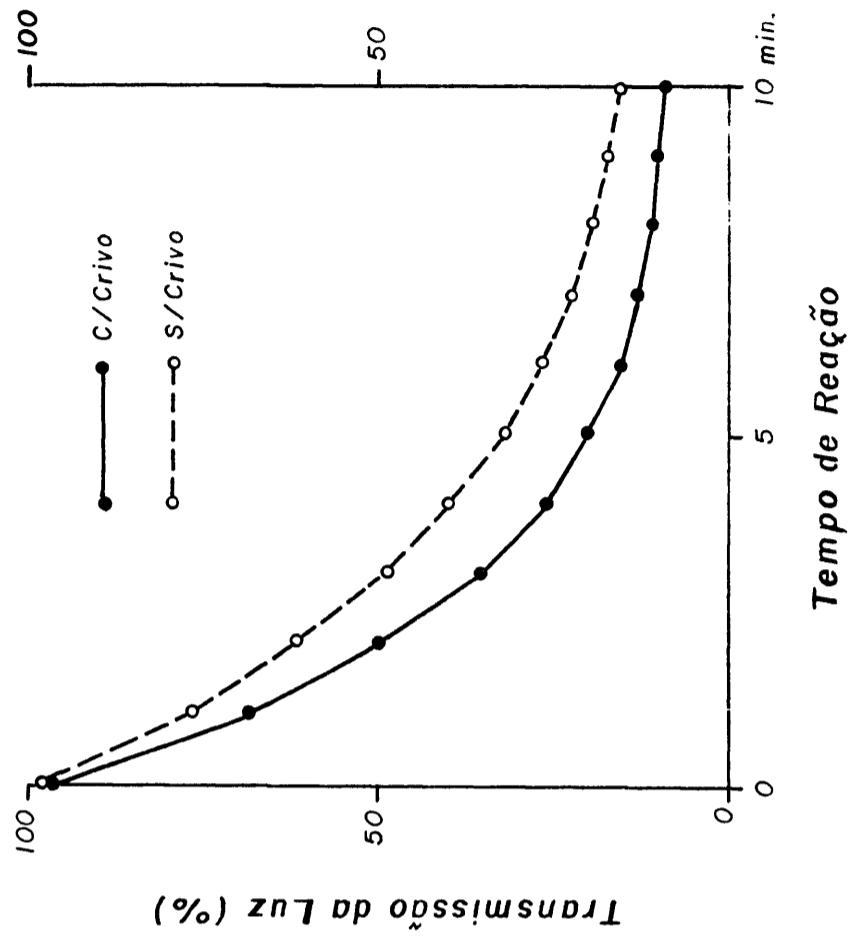


FIG. 2 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento A₁, com crivo e sem crivo, com 12 dias de armazenamento.

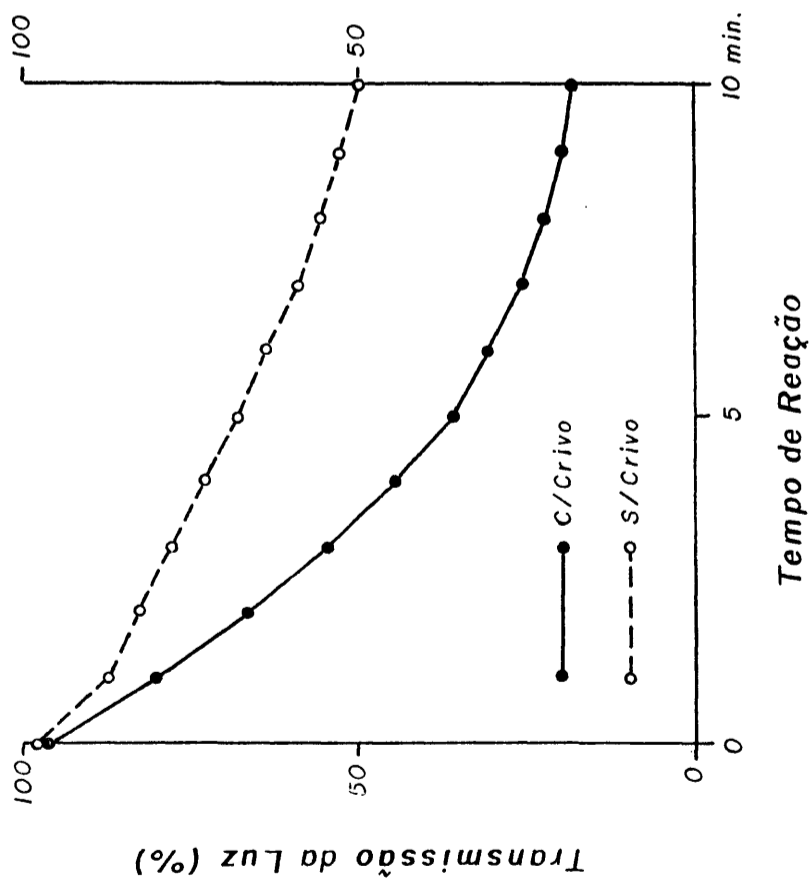


FIG. 1 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento A₁, com crivo e sem crivo, com 6 dias de armazenamento.

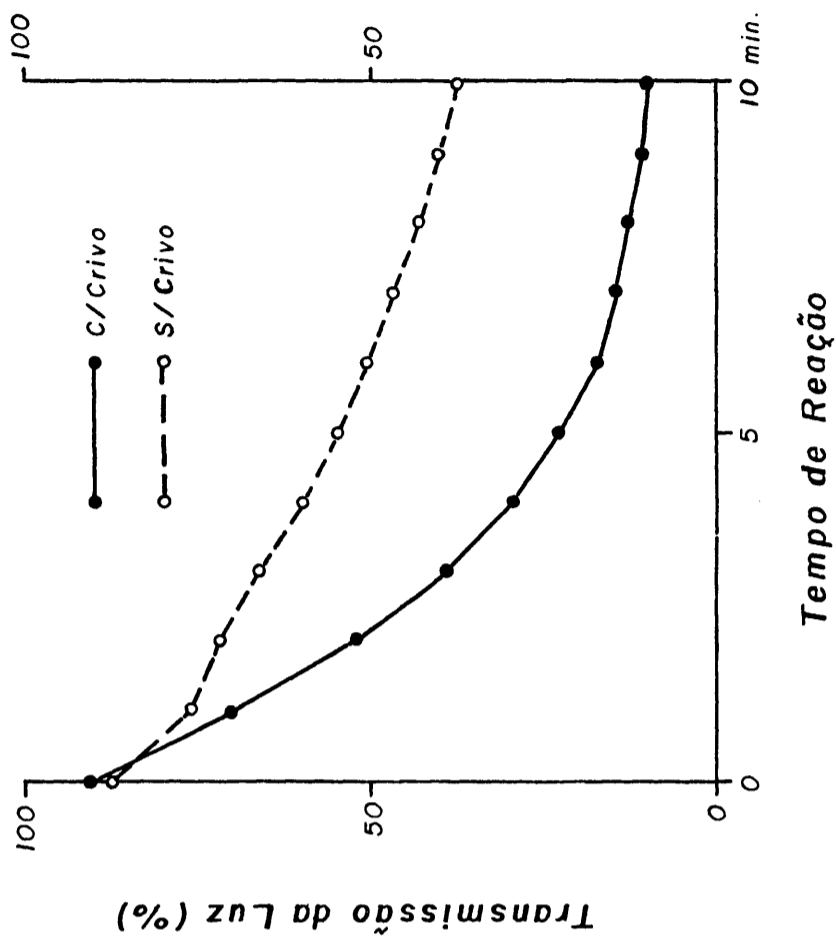


FIG. 4 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento A_{II}, com crivo e sem crivo, com 6 dias de armazenamento.

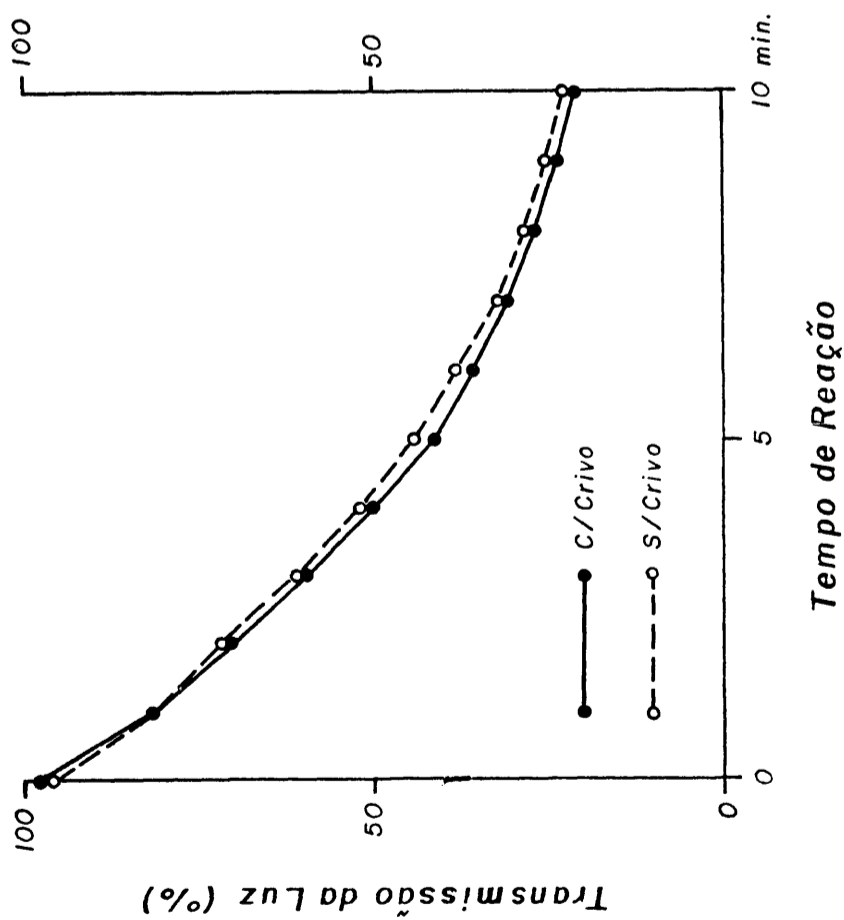


FIG. 3 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento A_{II}, com crivo e sem crivo, com 1 dia de armazenamento.

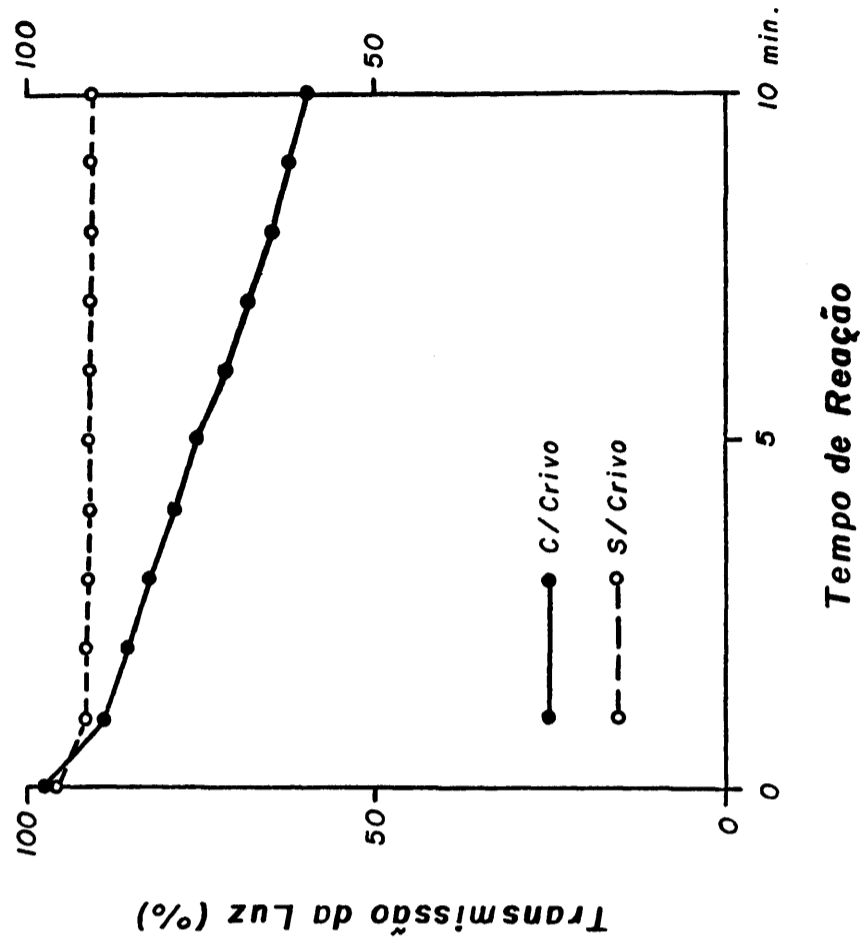


FIG. 6 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento B₁, com crivo e sem crivo, com 1 mês de armazenamento.

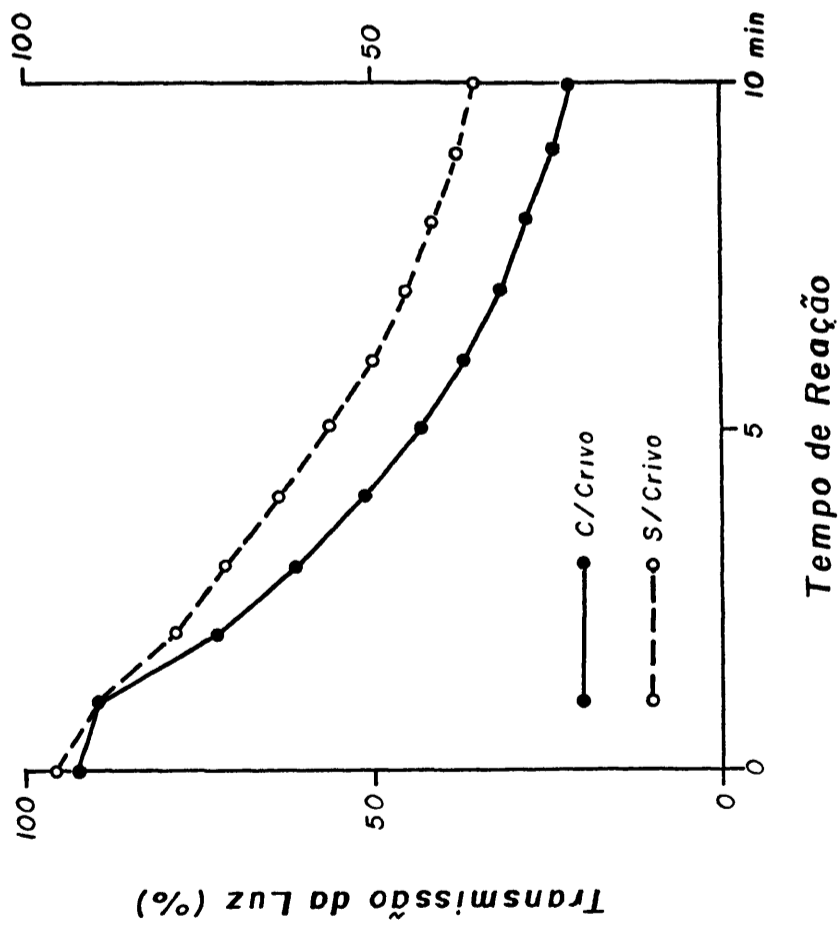


FIG. 5 - Curva representativa do escurecimento enzimático das amostras do Tratamento B₁, com crivo e sem crivo, logo após o processamento.

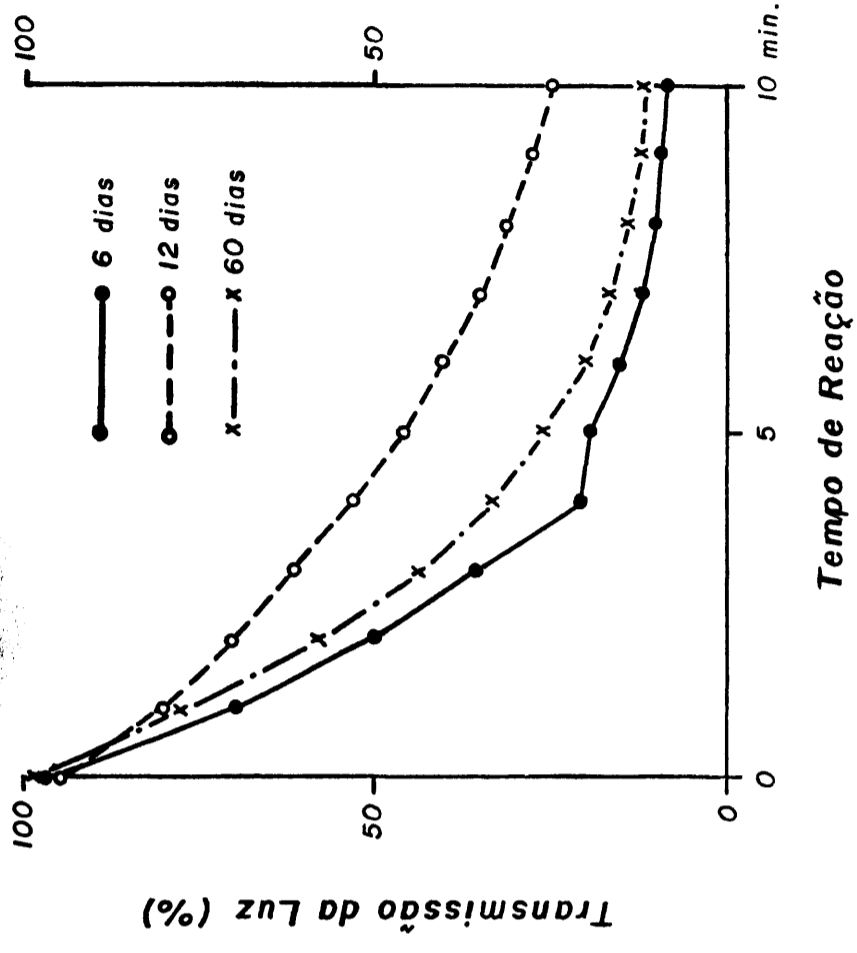


FIG. 8 - Curva representativa do escurecimento enzimico das amostras Testemunha, com 6, 12 e 60 dias de armazenamento.

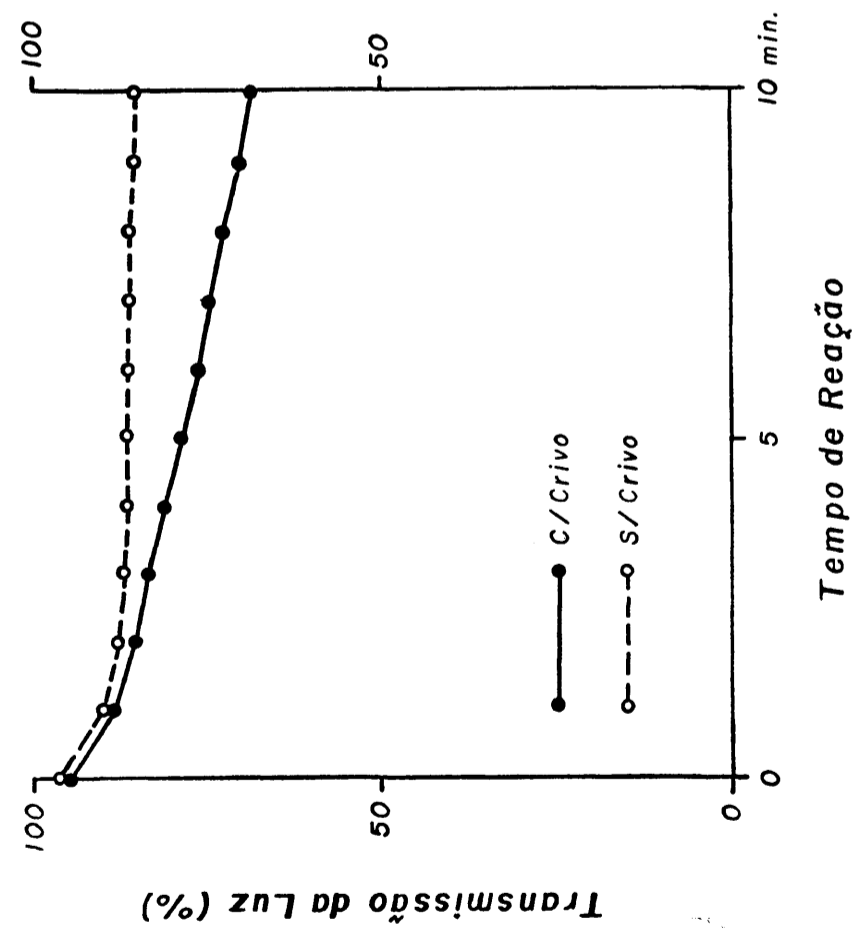


FIG. 7 - Curva representativa do escurecimento enzimico das amostras do Tratamento B₁, com crivo e sem crivo, com 3 meses de armazenamento.

