

DETERMINAÇÃO DA ESTABILIDADE DE UM ALIMENTO FORMULADO^{1/}

Nize Maria Gibaile Sant'Anna^{1/}
José de Assis Fonseca Faria^{2/}

1. INTRODUÇÃO

As análises envolvidas num estudo de estabilidade variam de acordo com o tipo de produto. De modo geral, as transformações de qualidade são avaliadas através de análises físico-químicas e sensoriais, durante a armazenagem, em condições simuladas de temperatura e umidade relativa.

Segundo DETHMERS (6) e GRAY (9), uma das grandes dificuldades da avaliação sensorial é a necessidade de manter um painel treinado e constante para as análises durante todo o período de teste. Contudo, ele deve ser utilizado, tendo em vista a sua grande importância na indicação do nível crítico de aceitação do produto pelo consumidor.

A maior causa da deterioração dos alimentos com alto teor de lipídios é a rancidez oxidativa, uma consequência da autoxidação. Esse tipo de transformação freqüentemente contribui para alterações do flavor, que ocorrem durante a estocagem dos alimentos (8, 16).

Conforme QUAST e NETO (14), sendo o Brasil um país de clima tropical, a embalagem de produtos com teor de umidade intermediária, como também de produtos desidratados, merece atenção especial, pois o aumento da umidade desses produtos os predispõe às reações químicas e ao crescimento microbiano. Dentro as consequências provocadas pelo uso de uma embalagem inadequada, KAREL (11) e MAKINDE *et alii* (12) afirmam que, em produtos desidratados, também podem ocorrer perdas de valor nutricional, pela destruição de vitaminas e proteínas.

^{1/} Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor.

Aceito para publicação em 11-03-1987.

^{2/} Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV. 36570 Viçosa, MG.

Dada a importância do assunto, este estudo teve como objetivo avaliar a estabilidade de um formulado alimentar de baixo custo e nutricionalmente平衡ado, acondicionado em vários tipos de embalagens.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O alimento utilizado neste estudo foi desenvolvido por SANT'ANNA (15), com a seguinte formulação: farinha de castanha integral (16,0%), leite em pó desnatado (11,2%), fubá pré-gelatinizado (8,0%), proteína texturizada de soja (12,8%), açúcar (30,0%), amido de milho (2,0%), farinha de mandioca (20,0%) e canela (0,5%).

Para produzir o formulado, utilizou-se farinha de castanha com amêndoas cozidas (FCCC) e sem cozimento (FCSC), observando-se o efeito do antioxidante BHT (CAH e SAH) em ambos os tipos.

O estudo da estabilidade foi conduzido em condições simuladas de temperatura e umidade relativa: condição subtropical (25°C e 80% UR) e condição tropical (38°C e 86% UR).

Utilizaram-se três tipos de embalagens: materiais flexíveis (polietileno pigmentado, com espessura de 110 µm, e um laminado de polietileno/poliéster, com 40 µm) e latas de folha-de-flandres de 73,3 x 95 mm, de aço-base tipo MR, espessura de 0,32 mm, dureza T3, estanhagem de 11,7g de Sn/m², verniz epóxi-fenólico com 12,6 g/m².

Durante o teste de estabilidade, determinou-se, a cada dois meses, aproximadamente, o teor de hexanal, o número de TBA, a acidez titulável e o ganho de umidade, seguindo-se a avaliação sensorial do formulado.

Para a avaliação sensorial, foi utilizado um método de painel treinado (1), usando-se uma escala de sete pontos, segundo a metodologia proposta por SHIROSE *et alii* (18), considerando-se a seguinte graduação decrescente: «livre de sabor estranho» (nota 7) e «sabor estranho muito intenso» (nota 1).

O número de TBA foi determinado através de uma combinação dos métodos utilizados por PEARSON (13), SINNHUBER e YU (19) e TARLADGIS *et alii* (20).

Determinou-se o teor de hexanal por cromatografia gasosa, com base nos métodos utilizados por BOGGS *et alii* (5) e FRITSCH e GALE (8), utilizando-se o cromatógrafo gasoso VARIAN 3700, equipado com detector de ionização de chama e coluna com fase estacionária 5% Triton X-305, em suporte de teflon.

Na determinação da acidez álcool-solúvel utilizou-se o método descrito nas «Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz» (10), expressando-se os resultados em mililitros de solução normal por 100 gramas do formulado (ml sol. N%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conjunto de reações ocorridas durante a estocagem promoveu mudanças no aroma dos formulados. Essas reações incluem a produção de hexanal e outros compostos voláteis, compostos provenientes do desenvolvimento de microorganismos, etc.

Os resultados referentes à avaliação organoléptica do aroma encontram-se nas Figuras 1 e 2. Para as duas condições de estocagem utilizadas, o formulado contido na lata sofreu menores alterações no aroma, seguido pelos embalados em PE e em PE/PET. A melhor proteção conferida pela lata já era esperada, devido à sua hermeticidade.

Considerando a atribuição «4» como o limite de aceitação, conforme definido pelo painel sensorial, a 25°C/80% UR os produtos mantidos na lata e no PE tive-

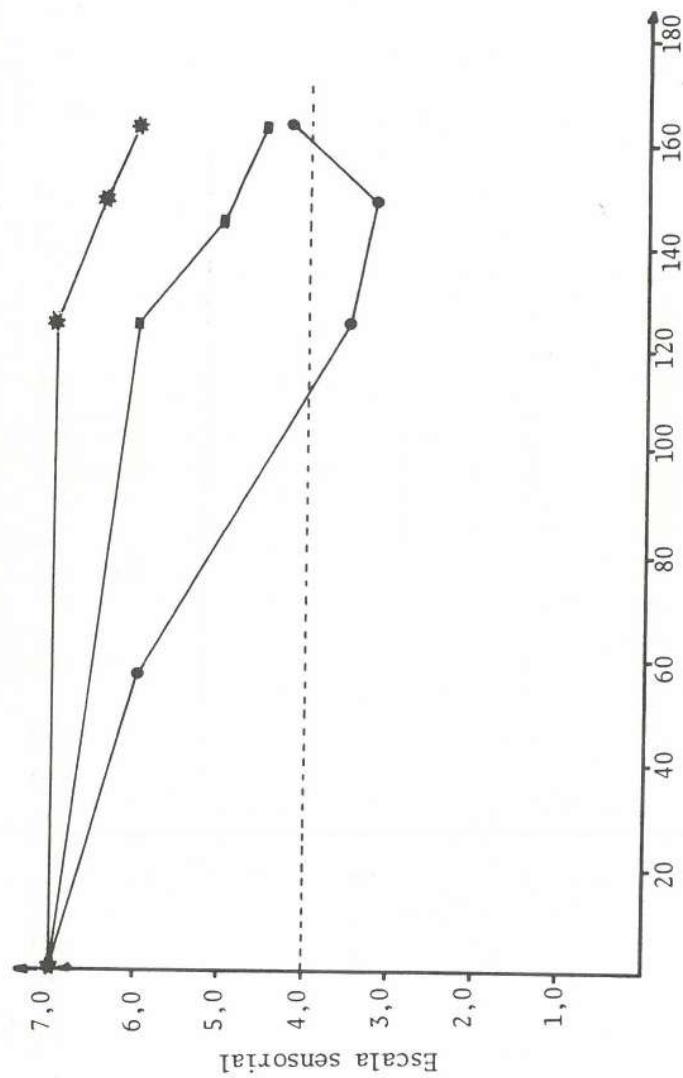
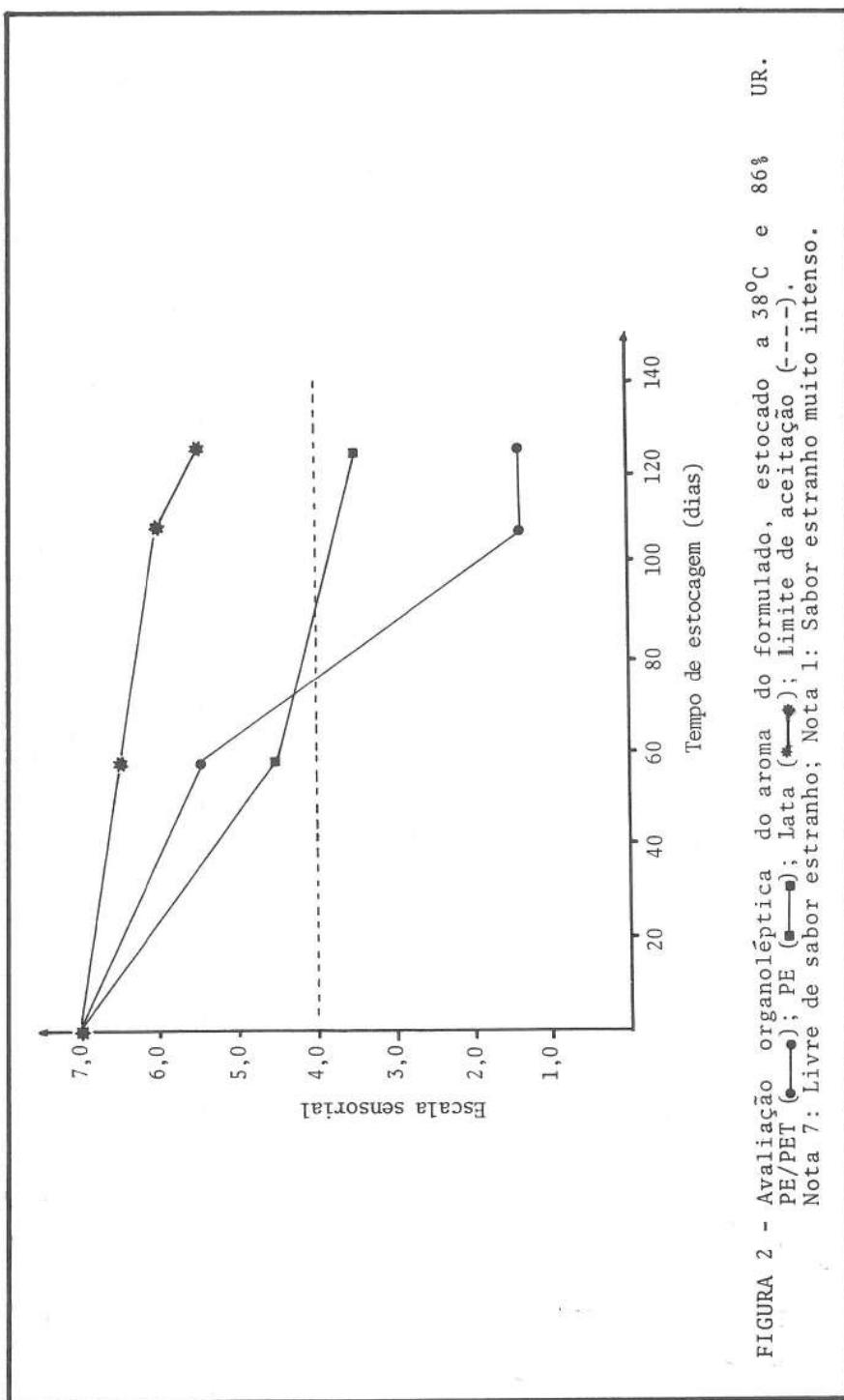


FIGURA 1 - Avaliação organoléptica do aroma do formulado, estocado a 25°C e 80% UR.
PE/PET (●); PE (□); Lata (*). Limite de aceitação (- - -).
Nota 7: Livre de sabor estranho; Nota 1: Sabor estranho muito intenso.



ram boa aceitação durante 164 dias; contudo, o da embalagem de PE/PET apresentou comportamento diferente aos 113 dias de teste, quando se tornou inaceitável.

Para a condição de 38°C e 86% UR, somente na lata o produto manteve a qualidade acima do «limite de aceitação» com 125 dias de estocagem. Os produtos embalados em PE e PE/PET tiveram essa mesma aceitação até 87 e 75 dias do experimento, respectivamente.

Através dos resultados do teor de hexanal e do número de TBA, observou-se que o produto apresentou-se relativamente estável ante a oxidação, considerando o período de estocagem e as embalagens estudadas, uma vez que sua deterioração foi devida, principalmente, mais a outros processos do que propriamente a reações de oxidação.

Observou-se também que os dados do teor de hexanal sofreram oscilações, sem tendência definida, ao longo do experimento (Quadro 1), como também que alguns teores de hexanal não puderam ser quantificados, devido à mínima concentração em que se apresentaram. Esse fato poderá estar relacionado com a interação de hexanal e proteínas, conforme já verificado por vários autores (2, 3, 4, 7).

Os resultados do número de TBA também não permitiram uma interpretação conclusiva (Quadro 2). Como no caso do teor de hexanal, o decréscimo nas concentrações foi, provavelmente, devido à reação do malonaldeído a proteínas (17).

Os resultados da acidez álcool-solúvel, durante todo o período de armazenagem, encontram-se nas Figuras 3 e 4. Foi observado um aumento mais acentuado da acidez nos formulados estocados a 38°C/86% UR, para todas as três embalagens utilizadas. Contudo, esse aumento foi maior no produto embalado em PE/PET, devido à maior permeabilidade dessa embalagem aos vapores d'água, o que proporcionou mais reações químicas e microbiológicas.

Com relação ao ganho de umidade, o efeito das embalagens foi evidenciado, como também o efeito das condições de estocagem (Figura 5). A 25°C e 80% UR, o produto estocado na embalagem constituída de PE apresentou, com 90 dias, um ganho de umidade equivalente a 1,54% (bs), ao passo que, a 38°C e 86% UR, o ganho de umidade foi de 2,90% (bs). Do mesmo modo, no laminado composto por PE/PET o produto apresentou, com 127 dias, ganhos de 3,77% (bs) e 6,56% (bs), a 25°C/80% UR, e 38°C/86% UR, respectivamente. Esses valores estão correlacionados com as taxas de permeabilidade dos materiais flexíveis.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foi determinada a vida-de-prateleira de um alimento formulado, embalado em filmes flexíveis (polietileno e polietileno/poliéster) e em latas de estanho, a 25°C e 80% UR e a 38°C e 86% UR.

Os ingredientes que entraram na formulação em maior proporção foram a farinha de castanha-do-brasil (castanha-do-pará), a proteína texturizada de soja, o açúcar, o leite em pó desnatado, a farinha de mandioca e o fubá pré-gelatinizado.

As mudanças ocorridas durante o período de estocagem foram medidas através da acidez titulável (acidez álcool-solúvel), número de TBA, hexanal e absorção de umidade, seguindo-se a avaliação sensorial.

A 25°C e 80% UR, a vida-de-prateleira do produto acondicionado em sacos de polietileno e em latas foi de seis meses; no laminado, de quatro meses. Para a condição de estocagem mais acelerada, a vida-de-prateleira foi de cinco meses para o produto contido na lata e de dois e três meses para sacos de polietileno/poliéster e polietileno, respectivamente.

QUADRO 1 - Concentração de hexanal (ppm) no formulado, estocado a 25°C/80% UR e 38°C/86% UR

Embalagem	Condição de estocagem	Amostras	Tempo de estocagem (dias)					
			17	59	93	125	149	164
PE	25°C e 80% UR	FCCC/CAH	0,0	6,3	7,1	0,0	3,7	2,6
		FCCC/SAH	0,0	7,2	6,0	0,5	4,3	1,7
		FCSC/CAH	0,0	7,8	5,1	0,3	3,4	0,0
		FCSC/SAH	0,9	8,8	7,2	0,4	0,0	1,0
PE	38°C e 86% UR	FCCC/CAH	0,0	0,0	0,0	0,8	-	-
		FCCC/SAH	1,0	8,0	6,3	0,8	-	-
		FCSC/CAH	-	7,1	-	0,1	-	-
		FCSC/SAH	0,9	8,3	5,9	1,8	-	-
PE/PET	25°C e 80% UR	FCCC/CAH	0,0	0,0	7,1	0,9	0,0	0,0
		FCCC/SAH	0,0	7,2	7,1	1,3	5,6	0,0
		FCSC/CAH	0,0	0,0	8,1	0,4	3,7	0,0
		FCSC/SAH	1,4	6,9	7,2	0,0	3,5	0,2
PE/PET	38°C e 86% UR	FCCC/CAH	2,9	0,0	0,0	-	-	-
		FCCC/SAH	1,5	7,2	0,0	-	-	-
		FCSC/CAH	1,8	0,0	5,5	-	-	-
		FCSC/SAH	2,0	0,0	0,0	-	-	-
LATA	25°C e 80% UR	FCCC/CAH	0,0	0,0	6,7	1,0	3,0	0,0
		FCCC/SAH	0,0	0,0	7,5	5,3	8,0	12,9
		FCSC/CAH	0,0	0,0	5,3	0,3	8,5	0,0
		FCSC/SAH	1,0	0,0	8,0	0,3	0,0	3,2
LATA	38°C e 86% UR	FCCC/CAH	0,0	0,0	5,9	1,2	-	-
		FCCC/SAH	1,3	3,4	7,7	13,4	-	-
		FCSC/CAH	0,9	6,5	0,0	0,8	-	-
		FCSC/SAH	0,7	6,5	7,6	1,6	-	-

QUADRO 2 - Número de TBA do formulado, estocado a 25°C/80% UR e 38°C/86% UR

Embalagem	Condição de estocagem	Amostras	Tempo de estocagem (dias)						
			17	59	93	107	125	149	164
PE	25°C e 80% UR	FCCC/CAH	0,00	0,48	0,49	0,00	0,42	0,60	0,45
		FCCC/SAH	0,00	0,35	0,45	0,00	0,46	0,63	0,43
		FCSC/CAH	0,00	0,41	-	0,00	0,43	0,69	0,54
		FCSC/SAH	0,42	0,41	0,49	0,00	0,59	0,59	0,58
PE	38°C e 86% UR	FCCC/CAH	0,42	0,37	0,48	0,50	0,00	-	-
		FCCC/SAH	0,32	0,33	0,34	0,31	0,40	-	-
		FCSC/CAH	0,37	0,41	-	0,27	0,34	-	-
		FCSC/SAH	0,43	0,39	0,39	0,32	0,35	-	-
PE/PET	25°C e 80% UR	FCCC/CAH	0,00	0,35	0,40	0,00	0,10	0,44	0,37
		FCCC/SAH	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,44	0,35
		FCSC/CAH	0,00	0,39	0,36	0,00	0,05	0,49	0,35
		FCSC/SAH	0,34	0,39	0,33	0,00	0,03	0,47	0,36
LATA	38°C e 86% UR	FCCC/CAH	0,44	0,30	0,37	0,34	0,00	-	-
		FCCC/SAH	0,40	0,30	0,00	0,39	0,31	-	-
		FCSC/CAH	0,41	0,26	0,28	0,38	0,28	-	-
		FCSC/SAH	0,45	0,26	0,26	0,31	0,42	-	-
LATA	25°C e 80% UR	FCCC/CAH	0,00	0,00	0,46	0,00	0,38	0,60	0,00
		FCCC/SAH	0,00	0,00	0,42	0,00	0,51	0,63	0,48
		FCSC/CAH	0,00	0,00	0,45	0,00	0,42	0,68	0,00
		FCSC/SAH	0,48	0,00	0,52	0,00	0,44	0,69	0,66
LATA	38°C e 86% UR	FCCC/CAH	0,44	0,38	0,45	0,56	0,41	-	-
		FCCC/SAH	0,45	0,43	0,00	0,44	0,41	-	-
		FCSC/CAH	0,46	0,38	0,49	0,44	0,43	-	-
		FCSC/SAH	0,54	0,42	0,56	0,45	0,10	-	-

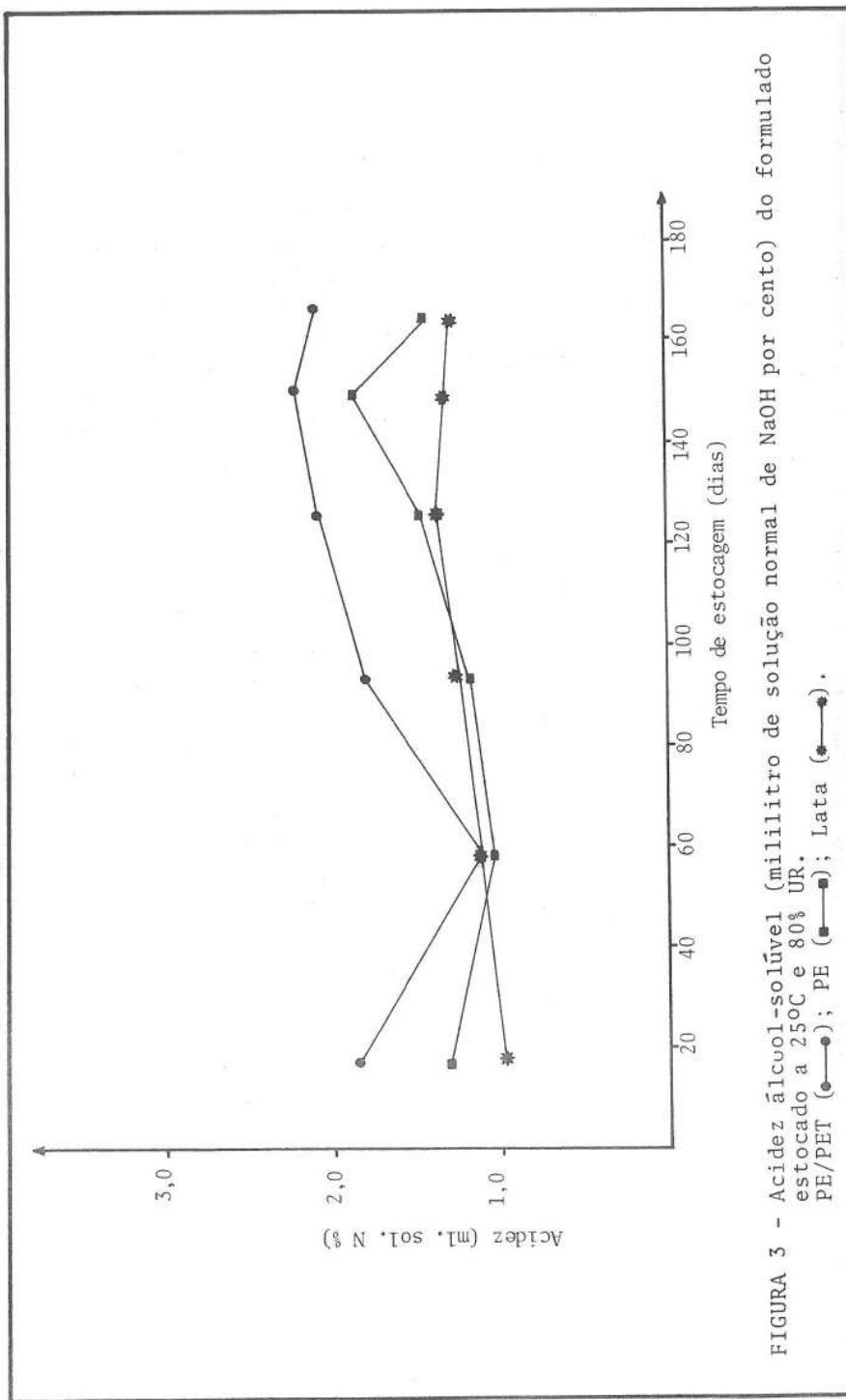


FIGURA 3 - Acidez álcuel-solúvel (millilitro de solução normal de NaOH por cento) do formulado estocado a 25°C e 80% UR.
PE/PET (●); PE (■); Lata (★); Lata (○).

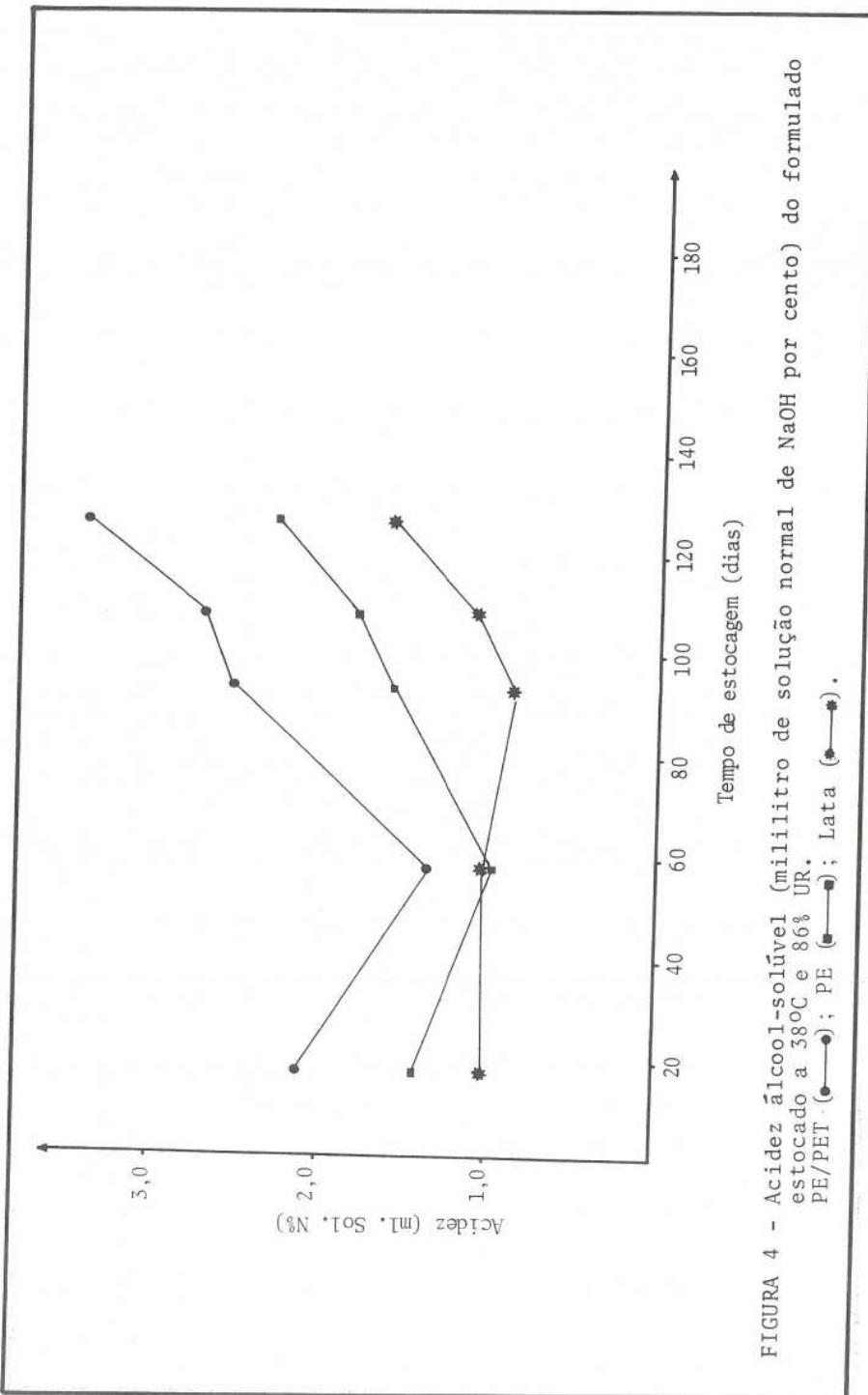


FIGURA 4 - Acidez álcool-solúvel (mililitro de solução normal de NaOH por cento) do formulado estocado a 38°C e 86% UR. PE/PET (●); PE (■); Lata (★).

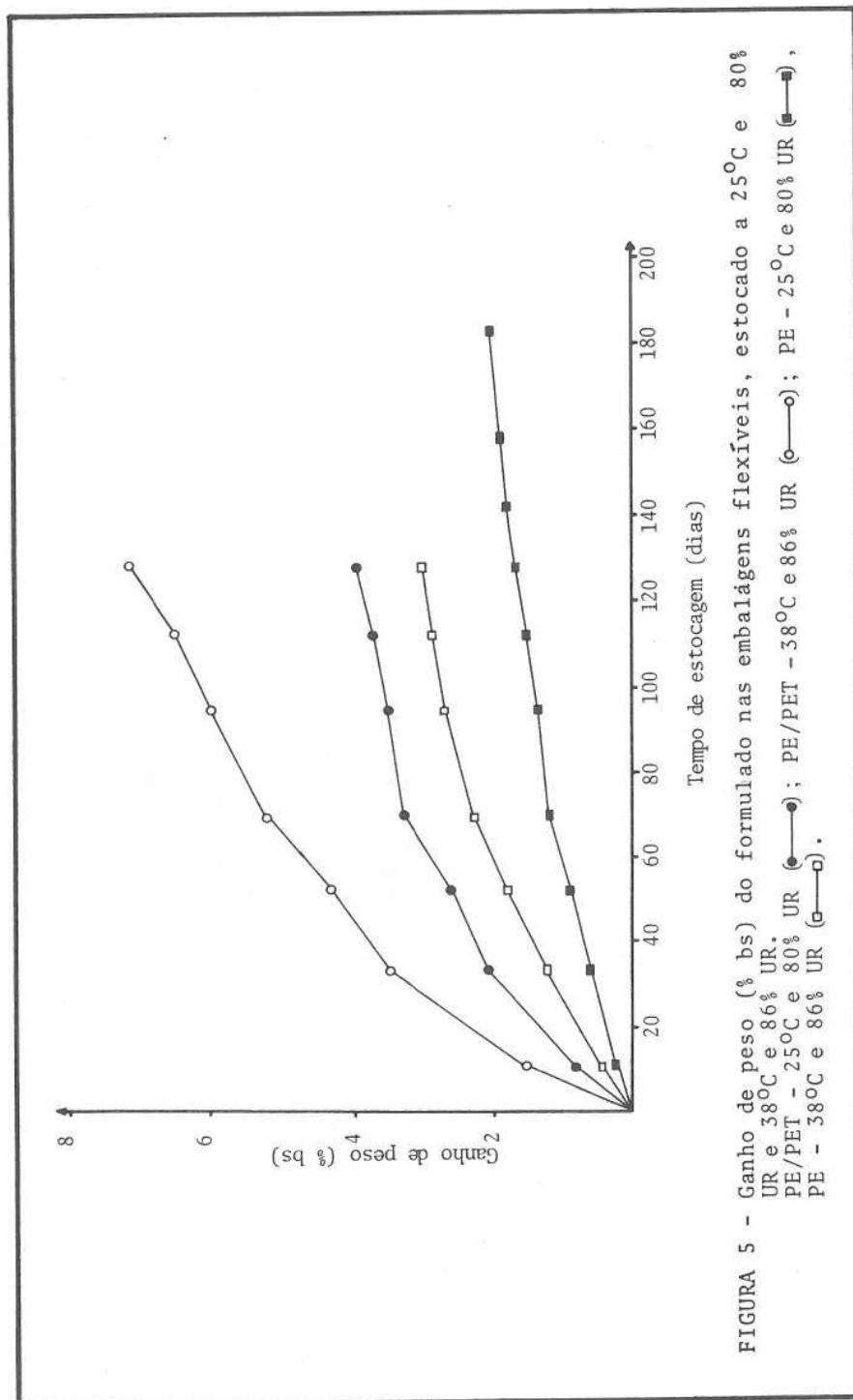


FIGURA 5 - Ganho de peso (% bs) do formulado nas embalagens flexíveis, estocado a 25°C e 80% UR e 38°C e 86% UR; PE/PET - 38°C e 86% UR (○—○); PE - 25°C e 80% UR (●—●); PE - 38°C e 86% UR (□—□).

A absorção de umidade foi o principal problema na conservação do produto nas embalagens flexíveis.

Através deste estudo, observou-se que o formulado apresentou boa estabilidade, quanto às alterações provenientes da autoxidação, por um período de estoqueamento de seis meses, em ambas as condições escolhidas para este teste, mas o uso de BHT, no nível de 0,02%, foi significante ($P \leq 0,01$) na redução da oxidação.

Sem dúvida, as embalagens plásticas poderão ser indicadas como alternativas quando o período de comercialização desejado for inferior a seis meses; entretanto, para situações que requerem períodos maiores, é necessário o uso de embalagem com maior proteção, a exemplo da lata, ou mesmo de um sistema de embalagem mais complexo, como o vácuo ou a inertização.

5. SUMMARY

(DETERMINATION OF THE STABILITY OF A POWDERED FOOD MIXTURE)

The shelf life of a powdered food mixture for schools, packaged in flexible films (polyethylene and polyethylene/polyester) and in tin cans was determined at 25°C and 80% RH and at 38°C and 86% RH. The major ingredients of the mixture were Brazil nut flour, texturized by protein, sugar, milk powder, and corn and cassava starches. Changes during the test period were measured as titratable acidity, thiobarbituric acid number, hexanal, and moisture absorption were followed by sensory evaluation. At 25° and 80% RH, the shelf life of the product in polyethylene pouches and tin cans was 6 months, and in the laminated pouch, 4 months. In the more accelerated storage condition, the shelf life was 5 months for the food in the tin can, and 2 and 3 months in the polyethylene/polyester and polyethylene pouches, respectively. Moisture intake was the main problem for the food in the flexible packages. Autoxidation was not critical considering the short period of testing, but the use of 0.02% butylated hydroxytoluene was significant ($P \leq 0,01$) in reducing the oxidation.

There is no doubt that the flexible packages can be indicated as an alternative when the marketing period is smaller than two months; for greater periods, however, it is necessary to use better protected packages such as cans or even a more complex packing system using a vacuum or an inert atmosphere.

6. LITERATURA CITADA

1. AMERINE, M.A.; PANGBORN, R.M.; ROESSLER, E.B. *Principles of Sensory Evaluation of Food*. New York, Academic Press, 1965. 602 p.
2. ARAI, S. Deterioration of food proteins by binding unwanted compounds such as flavors, lipids and pigments. In: AMERICAN CHEMICAL SOCIETY (ed). *Chemical Deterioration of Protein*. Washington, 1980. Cap. 9, p. 195-207.
3. ARAI, S. NOGUCHI, M.; YAMASHITA, M.; KATO, M. & FUJIMAKI, M. Studies on flavor components in soybean. Part VI. Some evidence for occurrence of protein-flavor binding. *Agricultural and Biological Chemistry*, 34 (10): 1569-1573, 1970.

4. ASPELUND, T.G. & WILSON, L.A. Adsorption of off-flavor compounds onto soy protein: A thermodynamic study. *Agricultural and Food Chemistry*, 31 (3): 539-545, 1983.
5. BOGGS, M.M.; BUTTERY, R.G.; VENSTROM, D.W. & BELOTE, M.L. Relation of hexanal in vapor above stored potato granules to subjective flavor estimates. *J. Food Science*, 29 (4):487-489, 1964.
6. DETHMERS, A.E. Utilizing sensory evaluation to determine product shelf life. *Food Technology*, 33 (9): 40-42, 1979.
7. FRANZEN, K.L. & KINSELLA, J.E. Parameters affecting the binding of volatile flavor compounds in model food systems. I. Proteins. *J. Agricultural and Food Chemistry*, 22 (4): 674-678, 1974.
8. FRITSCH, C.W. & GALE, J.A. Hexanal as a measure of rancidity in low fat foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 54(6): 225-228, 1977.
9. GRAY, J.I. Measurement of lipid oxidation: A Review. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 55 (6): 539-546, 1978.
10. LARA, A.B.W.H.; NAZÁRIO, G.; ALMEIDA, M.E.W. de; PREGNOLATTO, W. (Coord.) *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. Vol. 1. *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 2.^a ed. São Paulo, Inst. Adolfo Lutz, 1976. 371 p.
11. KAREL, M. Packaging protection for oxygen-sensitive products. *Food Technology*, 28(8): 50-60, 65. 1974.
12. MAKINDE, M.A.; GILBERT, S.G. & LACHANCE, P.A. Nutritional implications of packaging systems. *Food Products Development*. set. 1976. 6 p. (Separata).
13. PEARSON, O. *Técnicas de laboratório para el análisis de alimentos*. Zaragoza (España), Editora Acerbia, 1976. 331 p.
14. QUAST, D.G. & NETO, R.T. Moisture problems of foods in tropical climates. *Food Technology*, 30 (5): 98-105, 1976.
15. SANT'ANNA, N.M.G. *Desenvolvimento e estudo de estabilidade e embalagem de alimentos formulados contendo castanha-do-pará*. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 1983. 80 p. (Tese M.S.).
16. SATTAR, A. & De MAN, J.M. Photooxidation of milk products: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. nov. 1975. p. 13-37. (Separata).
17. SHIN, B.C.; HUGGINS, J.W. & CARRAWAY, K.L. Effects of pH concentration and aging on the malonaldehyde reaction with proteins. *Lipids*, 7:229, 1972.

18. SHIROSE, I., FERREIRA, V.L.P. & AGUIRRE, J.M. Estimativa da vida-prateleira de soja frita com base no delineamento parcialmente «escalonado» (Partially Staggered design). *Coletanea do ITAL*, 9: 141-151, 1978.
19. SINNHUBER, R.O. & YU, T.C. 2-thiobarbituric acid method for the measurement of rancidity in fishery products. II — The quantitative determination of malonaldehyde. *Food Technology*, 12 (1): 9-12. 1958.
20. TARLADGIS, B.G.; WATTS, B.M. & YOUNATHAN, M.T. A destilation method for the quantitative determination of malonadehyds in rancid foods. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 37: 44-48, 1960.