

# DESIDRATAÇÃO DA POLPA DE ACEROLA (*Malpighia emarginata* D.C.) PELO PROCESSO "FOAM-MAT"<sup>1</sup>

Eliana Costa SOARES<sup>2</sup>, Gerardo Sérgio Francelino de OLIVEIRA<sup>3</sup>, Geraldo Arraes MAIA<sup>3,\*</sup>,

José Carlos Sabino MONTEIRO<sup>3</sup>, Antenor SILVA Jr.<sup>2</sup>, Men de Sá de S. FILHO<sup>4</sup>

## RESUMO

Foi elaborado um suplemento alimentar em pó, a partir da desidratação da polpa de frutos de acerola utilizando o método "FOAM-MAT". Vários testes utilizando diferentes agentes químicos, que favorecem à formação da espuma, foram realizados, tendo sido escolhido o experimento que mais se ajustou ao parâmetro de densidade recomendado como ideal (0,1 a 0,6). Na condição experimental definida, a polpa foi formulada e desidratada em estufa de secagem com circulação de ar, a uma temperatura de 60 a 70°C, por 90 minutos, obtendo-se um produto em pó, com umidade final de 7,2%. Em paralelo ao experimento, foi efetuada uma caracterização química da polpa de acerola. O produto em pó obtido, foi embalado em sacos metalizados de 25 gramas e submetido a um estudo de estabilidade por 3 meses. Os resultados encontrados, mostraram que o produto elaborado apresentou elevado teor de vitamina C, em um nível 10 vezes maior do que na polpa integral.

**Palavras-chave:** suplemento alimentar; desidratação; acerola.

## SUMMARY

DEHYDRATION OF ACEROLA PULP (*Malpighia emarginata* D.C.) BY FOAM-MAT DRYING PROCESS. A food supplement from dehydrated pulp using a non-conventional method of FOAM-MAT was produced. Several tests have been accomplished using different chemical agents to facilitate the foam formation, and an experiment has been chosen that most adjusted to the recommended density parameter (0.1 to 0.6). After the definition of the experimental conditions, the pulp was formulated and dehydrated in a drying hot-house with air circulation at a temperature of 60 to 70°C for 90 minutes. The product obtained was a powder with final humidity of 7.2%. Concomitant to the experiment the chemical analysis of the pulp had been accomplished. The obtained powder was immediately afterwards analysed with the purpose of identifying the new characteristics of the product and packed in 25g metalized bags and submitted to stability studies for a period of 3 months. Analysis of the results obtained showed that there was an increase in the basic nutrients mainly regarding to the content of vitamin C that showed an increase 10 times higher than natural pulp.

**Keywords:** food supplement; dehydration; acerola.

## 1 – INTRODUÇÃO

A desidratação além de ser utilizada como um método de conservação, impedindo a deterioração e perda do

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 28/03/00. Aceito para publicação em 22/06/01.

<sup>2</sup> Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial-NUTEC, Campus Universitário do Pici, Cx. Postal D-37, Fone (0XX85) 2432781, Fortaleza-CE

<sup>3</sup> Departamento de Tecnologia de Alimentos/UFC, Campus do Pici, Cx. Postal 12168, Fone/fax: (0xx85) 2889751 – 2889752. E-mail: frutos@ufc.br.

<sup>4</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Rua Dra. Sara Mesquita, 2270. Planalto Pici. CEP 60511-110 – Fortaleza-CE. Fax: (0xx85) 2991833.

\* A quem a correspondência deve ser enviada.

valor comercial, objetiva também o refinamento do alimento, tendo-se como consequência a instalação de um novo produto no mercado, o que usualmente vem motivando os investimentos de produção e beneficiamento agrícola, face aos benefícios monetários que derivam da transformação do produto [27].

A acerola é conhecida como fonte natural de vitamina C, pelo seu alto teor. Apresentando-se como alternativa comercial altamente viável no mercado fruticultor, gerando uma superprodução que vem justificando estudos direcionados ao desenvolvimento de novos produtos a partir desta matéria-prima, que concentra na fruta *in natura* e na polpa, sua maior forma de consumo.

Objetivou-se portanto neste trabalho, a extração e desidratação da polpa de acerola pelo método "FOAM-MAT", para obtenção de um pó que pudesse ser utilizado como suplemento alimentar, enriquecido em vitamina C, em quantidades compatíveis com a dose mínima diária exigida pelo organismo.

O produto obtido foi quimicamente caracterizado para identificação do seu valor nutritivo, e submetido a um estudo de estabilidade por 90 dias, para avaliação do nível de conservação de suas características iniciais, com principal ênfase na retenção do teor de ácido ascórbico.

## 2 – MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de acerola foram coletados em um sítio localizado no Distrito de Maranguape-CE, sendo transportados para o Laboratório de Análises e Processamento da Fábrica-Escola/DTA/UFC, adequadamente acondicionados em sacos plásticos, e em quantidade suficiente à demanda do experimento.

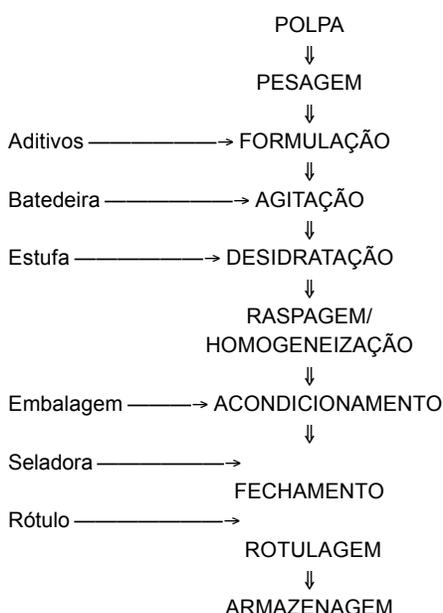
Os frutos foram então lavados, e selecionados de acordo com o grau de homogeneidade de maturação, tendo sido escolhidos para beneficiamento, análises químicas e físico-químicas, as acerolas de cor mais vermelha, consistência mais firme e tamanho mais aproximado.

Os frutos foram despulpados em uma máquina despulpadeira tipo horizontal, com capacidade de 100kg de fruto por hora, para obtenção da polpa integral, que foi então submetida aos ensaios analíticos.

Foram efetuadas as seguintes determinações físico-químicas e químicas: pH em potenciômetro DIGIMED modelo DMPH-2; sólidos solúveis (°Brix) em refratômetro marca AUS JENA modelo I; acidez total, açúcares totais (redutores e não redutores), proteína, lipídios, densidade e cinzas de acordo com técnicas descritas pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ [10]; umidade e tanino, de acordo com as recomendações citadas por A.O.A.C.

[4]; pectina e amido, segundo recomendação do PEARSON [21]; fibra, segundo técnica de HENNEBERG, citada por WINTON & WINTON [28]; vitamina C, através do método recomendado por PEARSON & COX [20] cor, segundo a técnica sugerida por RANGANNA [22].

Foi efetuada a formulação do produto a ser desidratado utilizando-se emulsionantes e espessantes, a saber: Pectina cítrica, Emustab (produto à base de monoglicérides destilados, monoestearato de sorbitana e polisorbato 60) e Super liga neutra (produto à base de sacarose e dos espessantes, carboximetil-celulose e goma guar) de modo a formar uma espuma com características adequadas à secagem rápida, o que foi alcançado por um período de 20 minutos de “batimento”, conforme a *Figura 1* a seguir:



**FIGURA 1.** Fluxograma de desidratação da polpa da acerola.

Obteve-se ao final do batimento, uma espuma com  $0,51\text{g/cm}^3$  de densidade. A espuma resultante do batimento foi espalhada sobre bandejas de aço inoxidável e levadas para desidratar em estufa com circulação de ar, trabalhando à temperatura aproximada de  $70^\circ\text{C}$ , durante um período de 90 minutos, quando então apresentou-se na forma de produto desidratado. O produto desidratado de consistência leve e esponjosa, foi retirado das bandejas e homogeneizado em microprocessador doméstico, para obtenção do produto finamente pulverizado. Após a homogeneização, o pó de acerola foi acondicionado em embalagens metalizadas de polipropileno biorientado (B.O.P.P.), revestidas internamente com polietileno, em quantidades iguais de 25g. As embalagens foram fechadas através de seladora termelétrica, semi-automática, sendo a exaustão realizada manualmente, por compressão aplicada ao longo dos sacos, no momento da soldagem das extremida-

des. Após o fechamento as embalagens foram devidamente rotuladas para identificação do conteúdo, bem como da data de fabricação, sendo então armazenadas à temperatura ambiente, sob ventilação e condições higiênico-sanitárias adequadas, para serem submetidas a um estudo de estabilidade por 3 meses, a contar do “tempo zero”, no qual foi realizada uma caracterização do produto para definição do valor nutricional, tomado como padrão quantitativo de referência a ser avaliado ao longo do período considerado.

Visando um grau indicativo das condições higiênico-sanitárias do processo de obtenção do pó, foram realizadas as determinações microbiológicas do número de bactérias do grupo coliforme total e fecal, a contagem de mofo e leveduras, bem como a pesquisa de Salmonelas, utilizando-se a metodologia recomendada por LANARA [12].

Para correlacionar estatisticamente as variáveis investigadas ao longo do período de estabilidade da acerola em pó, utilizou-se análise de variância no modelo, com um fator totalmente ao acaso, curvas de resposta, teste de Tukey e intervalos de confiança.

### 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como resultado do estudo de caracterização da polpa da acerola foram obtidos os dados médios constantes na *Tabela 1*, complementados pela análise estatística descritiva dos respectivos desvios padrões e coeficientes de variação.

Analisando a referida tabela observa-se que a média dos valores encontrados na determinação do pH (3,31) é proporcional aos resultados obtidos por ASENJO & MOSCOSO [3] (3,30), NOGUEIRA [19] (3,32 – 3,34) e RITTER [23] (3,32).

Com referência aos sólidos solúveis ( $^\circ\text{Brix}$ ), o valor médio alcançado (6,44) situa-se na faixa estabelecida por NOGUEIRA [19] (5,1 – 7,0), podendo ser comparado, em caráter aproximativo, ao encontrado por ALVES [2] (7,1) e RITTER [23] (7,0).

Comparando os dados de acidez total já citados, atribui-se as pequenas variações observadas aos fatores decorrentes do cultivo, colheita etc. e não à diferente forma de expressão do resultado, uma vez que os índices do miliequivalente-grama do ácido cítrico (0,0064) e do ácido málico (0,0067) são praticamente iguais, não provocando discrepâncias relevantes.

Em conformidade com os inúmeros ensaios já realizados, obteve-se uma média de 1,62% (1620mg/100g) de vitamina C na amostra em estudo, dado que ratifica a ampla faixa de 1000 – 4000mg/100g descrita por MOSCOSO [18], podendo ser diretamente comparável aos teores encontrados por NOGUEIRA [19] (1398 – 1607mg/100g).

Em decorrência da grande sensibilidade do ácido ascórbico aos fatores de cultivo (solo, clima, variedade), grau de maturação, tamanho dos frutos, posicionamento na árvore etc., justifica-se as diferenças dos teores fornecidos por JAFFÉ *et al* [11] (1060 – 1200mg/100g);

DHALIVAL & SEPÚLVEDA [8] (600 – 1385mg/100g); SANTINI, Jr. & HUYRE [24] (1025 – 1442mg/100g); DERSE & ELVEHJEM [7] (1455,8mg/100g); YLAGAN [29] (1468mg/100g); MADHAVA RAO & KHADER [14] (1328 – 1360mg/100g) e RITTER [23] (1085,92mg/100g).

FITTING & MILLER [9] confirmaram a influência da região, período, peso do fruto e sua localização na árvore sobre o conteúdo de vitamina C, encontrando valores médios que oscilaram de 1,52 a 2,25% (1520 a 2250mg/100g).

**TABELA 1.** Resultados estatísticos obtidos das análises químicas e físico-químicas da polpa de acerola.

Determinações	Média	Desvio	CV (%)	Máx.	Min.
pH	3,31	0,01	0,30	3,33	3,30
Sólidos Solúveis (°Brix)	6,44	0,29	4,50	6,80	6,00
Acidez (% ácido cítrico)	1,41	0,01	0,71	1,42	1,39
Vitamina C (%)	1,62	0,03	1,85	1,67	1,59
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,15	0,01	0,87	1,17	1,13
Tanino (% ácido tânico)	1,34	0,03	2,24	1,38	1,30
Pectina (% pectato de cálcio)	1,14	0,11	9,65	1,33	1,05
Umidade (%)	89,82	0,05	0,06	89,88	89,77
Proteína (%)	1,27	0,05	3,94	1,32	1,19
Lipídios (%)	0,21	0,04	19,05	0,24	0,15
Cinzas (%)	0,46	0,03	6,52	0,49	0,42
Fibra (%)	traços	-	-	-	-
Açúcares redutores (%)	5,49	0,15	2,73	5,64	5,27
Amido (%)	2,76	0,16	5,80	2,98	2,56

O valor médio encontrado para a densidade da polpa foi da ordem de 1,15g/cm<sup>3</sup>, o que corresponde aproximadamente ao determinado por CARVALHO & GUERRA [6] (1,024g/cm<sup>3</sup>) para o suco de acerola.

O teor médio de tanino encontrado (1,34%) compara-se ao resultado obtido por NOGUEIRA [19] (1,39-1,94%), ressaltando-se que, embora estes valores sejam considerados relativamente altos, superando inclusive índices atribuídos aos frutos considerados adstringentes, como o caju, que apresenta segundo SILVA, Jr. [25] (0,403%) e MENEZES & DRAETA [17], teores variando de 0,80% (fruto verde) a 0,30%, para as variedades no início da maturação, não se observa, proporcionalmente à quantidade estimada, o caráter sensorial de adstringência na polpa analisada.

O conteúdo de pectina na polpa foi também analisado, obtendo-se como resultado o quantitativo de 1,14% de pectato de cálcio.

Analisando o percentual de pectina encontrado na polpa, pode-se dizer que, dependendo da qualidade da mesma, ou seja, de sua capacidade em fornecer um rendimento em geléia maior que 100% em peso, a acerola pode se constituir uma fonte razoável, uma vez que contém quantidade equivalente à existente na goiaba, descrita por MENEZES & DRAETTA [17] como sendo da ordem de 1%, e comparável a da casca do maracu-

já roxo, que segundo LIMA citado por MEDINA [16], varia de 1,8 – 1,9%.

O valor médio para o percentual de umidade determinado (89,82%) encontra-se na faixa descrita por ALAIS & LINDEN [1] (74 a 94%) para a maioria dos produtos vegetais, estando especificamente comparável aos valores obtidos por NOGUEIRA [19] (89,10 – 92,33%); MANICA & CARVALHO [15] (91,19%) e RITTER [23] (92,85%).

O conteúdo protéico determinado (1,27%) supera os valores médios obtidos por NOGUEIRA [19] (0,62 – 0,76%) e RITTER [23] (0,87%); sendo equivalente ao valor fornecido por ALAIS & LINDEN [1] para cereja (1,20%).

O percentual de lipídios encontrado (0,21%) também se enquadra na natureza geral da maioria dos produtos vegetais que, com exceção das oleaginosas, é classificada como pobre nesse nutriente.

A fração de cinzas encontrada ficou em torno de 0,46%, o que equivale comparativamente aos valores citados por RITTER [23] (0,42%); NOGUEIRA [19] (0,36 – 0,41%), sendo entretanto bem maior que o teor determinado por DERSE & ELVEHJEM [7] (0,21%).

O percentual de açúcares totais encontrado, referente ao conteúdo especificamente expresso em glicose, ficou em torno de 5,49%, superando os valores obtidos por NOGUEIRA [19] (2,84 – 3,94%) e equivalendo aos teores determinados por ALVES [2] (4,84%); RITTER [23] (4,92) e MANICA & CARVALHO [15] (4,42%).

Os resultados obtidos para as análises efetuadas no pó de acerola se acham discriminados na Tabela 2.

**TABELA 2.** Resultados estatísticos obtidos das análises químicas e físico-químicas do pó de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.)

Determinações	Média	Desvio	CV (%)	Máx.	Min.
pH	3,22	0,01	0,32	3,23	3,20
Sólidos Solúveis (°Brix)	62,30	0,27	0,43	10,40	10,10
Acidez (% ácido cítrico)	10,24	0,11	1,07	10,40	10,10
Vitamina C (%)	15,16	0,12	0,79	15,26	14,97
Cor (Absorbância)	0,577	0,008	1,39	0,585	0,569
Tanino (% ácido tânico)	12,70	0,26	2,05	12,86	12,28
Pectina (% pectato de cálcio)	14,26	0,42	2,95	14,71	13,81
Umidade (%)	7,24	0,15	2,07	7,40	7,10
Proteína (%)	9,05	1,20	13,26	10,25	7,80
Lipídios (%)	4,18	0,78	18,66	5,27	3,34
Cinzas (%)	3,41	0,41	12,02	3,73	2,84
Fibra (%)	4,82	0,29	6,02	5,04	4,34
Açúcares redutores (%)	43,22	1,14	2,64	44,50	41,60
Amido (%)	28,07	1,51	5,38	30,55	26,97

O percentual de umidade residual presente no pó de acerola (7,24%) é equivalente ao valor encontrado por NOGUEIRA [19], que determinou para o pó de acerola, obtido por liofilização, o teor de 8%, sendo superior ao valor obtido por LEME *et al* [13], que conseguiram um pó de acerola liofilizado somente com 4%.

Observa-se que o valor do pH do pó de acerola (3,22) se encontra um pouco abaixo do obtido para a polpa (3,31), embora a diferença seja mínima, podendo os resultados serem considerados equivalentes.

O teor de sólidos solúveis foi determinado consideravelmente concentrado no pó. Com relação ao conteúdo no produto desidratado (62,30%), esta característica se encontra presente na matéria-prima (6,44%), numa proporção quase 10 vezes menor.

Observa-se que a acidez total se apresenta aproximadamente 7 vezes maior do que na polpa, o que vem garantir o sabor ácido característico do fruto, quando o pó for reconstituído ou utilizado como suplemento alimentar, se constituindo também um fator desfavorável ao crescimento microbiano.

Em termos comparativos, o conteúdo de vitamina C existente no produto desidratado pelo método "foam-mat" supera os teores citados por NOGUEIRA [19] que, partindo de uma polpa com 1607mg/100g de ácido ascórbico, encontrou 6011mg/100g(6,01%) no pó liofilizado.

Observou-se logo após a desidratação (tempo zero), valor para vitamina C na base seca, da ordem de 16,34%; após 3 meses de estocagem este valor decresceu para 11,32%, observando-se assim uma degradação de 5,02% deste nutriente.

Verifica-se que o produto obtido mesmo com esta pequena perda apresenta excepcional valor para vitamina C.

A cor do produto elaborado foi determinada por método espectrofotométrico e o resultado obtido expresso em absorbância, sendo o valor (0,577) constante na TABELA 4 já citada, proporcional à nova coloração adquirida em decorrência das transformações físicas, químicas e/ou bioquímicas geradas ao longo do processo. A importância básica desta determinação é atribuída ao referencial que representa para o estudo de estabilidade do produto, servindo para dimensionar a taxa de escurecimento do mesmo ao longo do tempo.

O pó obtido pela desidratação da polpa foi submetido a estudo de estabilidade por 3 meses, cujo resultado se encontra discriminado na Tabela 3.

**TABELA 3.** Resultado do estudo de estabilidade do pó de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) durante 3 meses de estocagem.

Determinações	Resultados	Tempo	30 dias	60 dias	90 dias
	Inicial				
Umidade (%)	7,24	8,45	**	12,30	
Acidez (% ácido cítrico)	10,24	9,77	9,07	8,80	
Vitamina C (%)	15,16	12,79	11,21	9,93	
Tanino (% ácido tânico)	12,70	11,42	11,11	8,13	
Açúcares redutores (% de glicose)	43,22	39,92	39,44	38,37	
Açúcares não redutores (% de sacarose)	traços	traços	traços	traços	
Açúcares totais (%)	43,22	39,92	39,44	38,37	
Cor (absorbância)	0,577	0,679	0,821	0,954	

\*\* Resultados não considerados, por apresentarem discrepâncias geradas por falha no equipamento.

Pelo resultado mostrado na Tabela 4, que apresenta a resposta fornecida pela aplicação do teste de Tukey, fica evidenciado que as médias encontradas para o teor de umidade, durante o estudo de estabilidade, são progressivamente diferentes entre si, ou seja:  $\mu_0 < \mu_1 < \mu_3$

**TABELA 4.** Valores médios observados, comparação entre as médias (Tukey) e intervalos de confiança para as médias observadas do teor de umidade.

Tempo	Médias Observadas **	Intervalos de Confiança
0	7,22 a	[7,05 ; 7,39]
1	8,45 b	[8,28 ; 8,62]
3	12,30 c	[12,13 ; 12,47]

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $\Delta 5\% = 0,28$ )

No presente estudo torna-se relevante a possibilidade de que as condições de embalagem tenham contribuído para o aumento progressivo da umidade, uma vez que não foram correlacionadas as características do material utilizado, com as exigências requeridas para a conservação do pó de acerola.

Apesar do BOPP extrusado, revestido internamente com polietileno, ser apontado por CABRAL *et al* [5] como uma embalagem de baixa permeabilidade a gases e ao vapor de água, sendo bastante utilizada para embalar frutas liofilizadas, a mesma apresenta dificuldades quanto à termosoldagem ou etapa de fechamento, visto ocorrer fundição do material nas proximidades da soldagem, fazendo com que o filme perca a orientação.

O problema exposto pode justificar a probabilidade de comprometimento da hermeticidade da embalagem, durante a etapa de termosoldagem, o que poderia ter facilitado a absorção de água pelo produto, também favorecida pela natureza higroscópica do mesmo, decorrente da presença de alto percentual de açúcar (43,22%) e de sua grande porosidade, uma vez que se obteve um pó finamente dividido e com características de baixa densidade.

Pela comparação das médias obtidas dentro do estudo de avaliação, realizado a cada período, tem-se, pela aplicação do teste de Tukey, o resultado descrito na Tabela 5, pela qual evidencia-se que as mesmas são diferentes e decrescentes  $\mu_0 > \mu_1 > \mu_2 > \mu_3$

Em decorrência do fato de que o teor de acidez engloba todos os ácidos presentes no alimento, inclusive o ácido ascórbico, admite-se que qualquer perda verificada em algum dos ácidos constituintes venha interferir neste resultado, o que justifica o decréscimo observado, uma vez que o produto contém um nível bastante elevado de vitamina C, constatado como um nutriente ácido de grande sensibilidade à degradação.

**TABELA 5.** Valores médios (observados e estimados), comparação entre as médias (Tukey) e intervalos de confiança para as médias observadas do teor de acidez.

Tempo	Médias Observadas**	Médias Estimadas	Intervalos de Confiança
0	10,24 a	10,26	[10,40 ; 10,08]
1	9,77 b	9,72	[9,93 ; 9,61]
2	9,07 c	9,18	[9,23 ; 8,91]
3	8,70 d	8,64	[8,86 ; 8,54]

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $\Delta 5\% = 0,31$ ).

O teste de Tukey define, de acordo com a *Tabela 6*, que as médias observadas são estatisticamente diferentes entre si, variando de forma decrescente com o tempo ( $\mu_1 > \mu_2 > \mu_3 > \mu_4$ )

**TABELA 6.** Valores médios (observados e estimados). comparação entre as médias (Tukey) e intervalos de confiança para as médias observadas do teor de vitamina C.

Tempo	Médias Observadas**	Médias Estimadas	Intervalos de Confiança (95%)
0	15,16 a	14,85	[15,41 ; 14,91]
1	12,80 b	13,13	[12,75 ; 12,25]
2	11,20 c	11,41	[11,45 ; 10,95]
3	9,93 d	9,69	[10,18 ; 9,68]

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $\Delta 5\% = 0,48$ ).

Apesar do considerável percentual de redução, verifica-se ainda no produto um relevante valor vitamínico, considerando que seriam suficientes apenas 0,453g do produto para cobrir a necessidade diária de 45mg de vitamina C, recomendada pela Academia Norte-Americana de Ciências, para todas as idades e estados fisiológicos.

O decréscimo observado para o teor de tanino com o tempo pode estar acoplado ao decréscimo do teor de vitamina C, visto que uma certa quantidade do percentual existente pode ser atribuída à presença do ácido ascórbico, considerado interferente do método de determinação (Folin-Denis) aplicado, como também advir de sua própria degradação enzimática, através da polifenol-oxidase.

O resultado de teste de Tukey mostrado na *Tabela 7* identifica que não houve, em termos estatísticos, diferença entre as médias do 1º e 2º períodos e entre as determinadas para o 2º e 3º, podendo ser formados 3 (três) grupos distintos de média:  $G_0 (\mu_0)$ ,  $G_1 (\mu_1, \mu_2)$  e  $G_3 (\mu_3, \mu_4)$ .

Pelo discriminado na *Tabela 8*, percebe-se que a média da cor analisada no “tempo zero” não difere estatisticamente da detectada ao 1º mês de estabilidade, sendo entretanto diferente dos valores determinados para o 2º e 3º períodos estudados.

**TABELA 7.** Valores médios (observados e estimados), comparação entre as médias (Tukey) e intervalos de confiança para as médias observadas do teor de açúcares redutores.

Tempo	Médias Observadas**	Médias Estimadas	Intervalos de Confiança (95%)
0	43,22 a	42,50	[43,86 ; 42,58]
1	39,92 b	40,59	[40,56 ; 39,28]
2	39,44 bc	39,49	[40,08 ; 38,80]
3	38,37 cd	37,99	[39,01 ; 37,73]

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $\Delta 5\% = 1,22$ ).

**TABELA 8.** Valores médios (observados e estimados), comparação entre as médias (Tukey) e intervalos de confiança para as médias observadas para a cor (taxa de escurecimento não enzimático).

Tempo	Médias Observadas**	Médias Estimadas	Intervalos de Confiança (95%)
0	0,577 a	0,567	[0,523 ; 0,631]
1	0,679 ab	0,694	[0,624 ; 0,733]
2	0,820 c	0,821	[0,768 ; 0,876]
3	0,954 d	0,949	[0,899 ; 1,008]

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $\Delta 5\% = 0,104$ ).

Partindo do exposto e da evidência do alto conteúdo de vitamina C presente no pó de acerola, pode-se justificar e correlacionar o aumento da taxa de escurecimento ao decréscimo do teor de ácido ascórbico, possivelmente conseqüenciado pelo processo de degradação oxidativa, caracterizado como “escurecimento não enzimático”. Pelas observações de TRAVAGLINI *et al* [26] pode-se também supor que o mecanismo de degradação das antocianinas, acelerado em presença de componentes e produtos de reações de escurecimento não enzimático e de oxigênio, com formação de pigmentos levemente escuros, possa também estar contribuindo para o acréscimo verificado na cor do produto desidratado durante o período de estabilidade.

Com o objetivo de se determinar as condições higiênico-sanitárias do processamento, bem como verificar as possíveis alterações de natureza microbiológica advindas do manuseio do produto processado e das condições de estocagem, foram realizados os ensaios analíticos indicados ao tipo de alimento em estudo, estando os resultados obtidos, no início e após 3 meses de estocagem, discriminados na *Tabela 9*.

Comparando os resultados obtidos com os padrões vigentes (*Tabela 10*) estabelecidos para frutas secas e desidratadas, pode-se dizer que os mesmos atendem aos padrões vigentes, estando portanto o pó de acerola em condições recomendáveis de consumo.

A manutenção das características iniciais, ao longo do período de estocagem, indica que as condições de embalagem e de armazenamento não favorecem o

crescimento microbiano, não tendo sido portanto, neste intervalo de tempo, provocadas alterações a níveis relevantes que fossem capazes de tornar o meio ideal ao aumento da população microbiana.

**TABELA 9.** Resultados da análise microbiológica do pó de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) durante 3 meses de estocagem.

Determinações	Resultados	Tempo Inicial	90 dias
Bactérias do grupo Coliforme (NMP/g)		0,00	0,00
Bactérias do grupo Coliforme de origem fecal (NMP/g)		0,00	0,00
Contagem de mofo e leveduras		< 10	< 10
Pesquisa de Salmonellas (em 25g)		Ausência	Ausência

**TABELA 10.** Padrão microbiológico para frutas e hortaliças secas, desidratadas ou liofilizadas.

Contaminação	Padrão
Salmonellas	ausência (em 25g)
Coliformes fecais (NMP)	10/g (máximo)
Bolores e Leveduras	2 x 10 <sup>3</sup> /g (máximo)

Fonte: Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária-Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos. Portaria nº 01, de 28 de janeiro de 1987.

#### 4 – CONCLUSÕES

A polpa analisada apresentou pH ácido, insignificante teor de fibra, considerável conteúdo de pectina e teores mais elevados do que os normalmente encontrados, de proteína e lipídios. As demais características analisadas apresentaram resultados compatíveis com os citados pela literatura, ratificando-se o relevante percentual de tanino (1,34%) e a grande superioridade do conteúdo em vitamina C (1,62% ou 1.620mg/100g).

O pó de acerola obtido apresentou-se em média, dez vezes mais concentrado em suas características iniciais, o que repercute como ponto altamente positivo dentro do processo, considerando-se o grande valor nutritivo incorporado, principalmente no que se refere ao conteúdo de vitamina C (15,16%), açúcares redutores (43,22%) e proteína (9,05%).

O resultado estatístico do estudo de estabilidade do pó de acerola identificou um efeito significativo do tempo sobre os seus constituintes ( $P < 0,000$ ), tendo sido verificado, durante o período de estocagem, um acréscimo no teor de umidade e relativas perdas no quantitativo dos outros componentes.

O resultado da estabilidade microbiológica indicou que o produto foi processado e manipulado sob condições higiênicas-sanitárias satisfatórias, tendo apresentado e mantido as características ideais ao consumo.

Mediante os dados obtidos pode-se concluir que o processo "foam-mat drying" utilizado apresentou-se tecnicamente viável.

#### 5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALAIS, C.; LINDEN, G. **Manual de bioquímica de los alimentos**. Barcelona: Masson, 1990; 218p.
- [2] ALVES, R.E. *et al* Postharvest physiology of acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) fruits: Maturation changes, respiratory activity and refrigerated storage at ambient and modified atmospheres. **Acta Horticulturae**, Wageningen, 1993. (no pleno). Apud: ALVES *et al* (1995).
- [3] ASENJO, C.F.; MOSCOSO, C.G. Ascorbic acid content and other characteristics of the West Indian Cherry. **Food Res.** v. 15. p. 103-106. 1950.
- [4] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 20 ed. Washington, 1975.
- [5] CABRAL, A.C.D. *et al* Embalagens. In: **Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus produtos**. São Paulo: ITAL, 1980. p. 199-291.
- [6] CARVALHO, I.T.; GUERRA, N.B. Efeito de diferentes tratamentos térmicos sobre as características do suco de acerola. In: SÃO JOSÉ, A.R.; ALVES, R.E. **Acerola no Brasil: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB, 1995. p. 96-99.
- [7] DERSE, P.H.; ALVEHJEM, C.A. Nutrient content of acerola, a rich source of vitamin C. **Journal of American Medical Association**. v. 156, p. 1501, 1954.
- [8] DHALIVAL, S.; SEPÚLVEDA, A.T. Performance of acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) in the Coffee Region of Puerto Rico. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**. v. 46, n. 3, p. 195-204, 1962.
- [9] FITTING, K.O.; MILLER, C.D. Variation in the ascorbic acid content of individual fruits of the acerola. **Hawaii Farm Science**. v. 7, n. 2, oct., 1958. p. 7.
- [10] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3 ed. São Paulo, 1985, v. 1, 533p.
- [11] JAFFÉ, W.G. *et al* Estudio sobre el contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en las principales frutas de Venezuela. **Archives of Venezuelan Nutrition**. v. 1, p. 83-106, 1950.
- [12] LANARA. Laboratório Nacional de Referência Animal, Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. **Métodos Microbiológicos**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1981, 47p.
- [13] LEME, Jr. J. *et al* Variação do teor de ácido ascórbico e beta-caroteno em cereja das Antilhas (*Malpighia puniceifolia* L.) liofilizada. **Archivos Latinoamericanos de Nutrition**. v. 23, n. 2, p. 207-213, 1973.
- [14] MADHAVA RAO, V.N.; KHADER, J.B.M. Ascorbic acid content of West Indian Cherry (*Malpighia puniceifolia* L.). **Current Science**. v. 31, n. 3, p. 114, 1962.
- [15] MANICA, I.; CARVALHO, R.I.N. de. Acerola, pesquisa e extensão no Rio Grande do Sul. In: SÃO JOSÉ, A.R. & ALVES, R.E. **Acerola no Brasil: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB, 1995. p. 133-141.
- [16] MEDINA, J.C. Processamento: produtos, caracterização e utilização – subprodutos. In: MEDINA, J.C. *et al* **Mara-cujá**. Campinas, ITAL, 1980. p. 115-153.
- [17] MENEZES, H.C. de; DRAETTA, I.S. dos. Bioquímica. In: **Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus produtos**. São Paulo: ITAL, 1980. p. 9-59.
- [18] MOSCOSO, C.G. West Indian Cherry-Richest Know Source of Natural Vitamin C. **Economic Botany**. v. 10, n. 3, p. 280-294, 1956.

- [19] NOGUEIRA, C.M.C. da C.D. Estudo químico e tecnológico da acerola (*Malpighia glabra* L.). Fortaleza, 1991, 117p. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Ceará (UFC).
- [20] PEARSON, D.; COX, H.E. **The chemical analysis of foods**. New York: Chem. Publ. 1976.
- [21] PEARSON, D. **The chemical analysis of foods**. New York: Chemical Publ. 1971.
- [22] RANGANNA, S. **Manual of analysis of fruit and vegetable products**. New Delhi: Tata Mcgraw-Hill. 1977. 634p.
- [23] RITTER, U.G. Obtenção de bebida dietética a partir do suco de acerola (*Malpighia glabra* L.). Fortaleza, 1994, 147p. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Ceará (UFC).
- [24] SANTINI Jr., R.; HUYKE, A. Identification of the anthocyanin present in the acerola wich produces color changes in the juice on pasteurization and canning. **The journal of agriculture of University of Puerto Rico**. v. 40, n. 3, p. 171-178. 1956.
- [25] SILVA, Jr. A. Novas alternativas para o aproveitamento industrial de pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale*, L.). Fortaleza, 1991, 71p. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal do Ceará (UFC).
- [26] TRAVAGLINI, D.A. *et al* Processamentos de alimentos desidratados. In: TRAVAGLINI, D.A. **Curso de alimentos desidratados**. Campinas: ITAL. 1981. p.45-229.
- [27] UNIFEM. **Manual de tecnologia do ciclo alimentar: processamento de frutas e legumes**. 1989. 72 p.
- [28] WINTON, A.L.; WINTON, K.B. **Analysis de alimentos**. 2 ed. Barcelona: 1958, 1205 p.
- [29] YLAGAN, M.M. Ascorbic acid contents of some Philippine fruits. **Philippine Agriculture**.v.44, n.10, p.477-478. 1961.