

RONIELLI CARDOSO REIS

**AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE
ENVOLVIDOS NA DESIDRATAÇÃO DE MANGA
(*Mangifera indica* L.) VAR. TOMMY ATKINS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2002**

RONIELLI CARDOSO REIS

**AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE
ENVOLVIDOS NA DESIDRATAÇÃO DE MANGA
(*Mangifera indica* L.) VAR. TOMMY ATKINS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 14 de novembro de 2002

Prof. Paulo César Stringheta

(Conselheiro)

Prof. Adair José Regazzi

(Conselheiro)

Prof.^a Valéria Paula Rodrigues Minim

Prof. José Benício Paes Chaves

Prof. Afonso Mota Ramos

(Orientador)

A Deus
Aos meus pais Ronaldo e Enilda
Aos meus irmãos Júnior, Rose e Gabi
Ao meu sobrinho Lucas

AGRADECIMENTOS

A Deus, presença constante em minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos pela oportunidade de realização deste curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo auxílio financeiro durante a execução deste trabalho.

A todos os meus familiares pelo amor, carinho e incentivo.

Ao professor Afonso Mota Ramos, pela orientação, apoio e amizade.

Aos professores Adair José Regazzi e Paulo César Stringheta, pelo auxílio e pelas sugestões dadas para execução deste trabalho.

Aos professores José Benício Paes Chaves e Valéria Paula Rodrigues Minim, pela participação da banca examinadora, pelas sugestões e correções apresentadas na redação final da tese.

A todos os professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos, pelos conhecimentos transmitidos durante a graduação e pós-graduação.

À Dona Lígia e ao Valério pela atenção, carinho e amizade.

A todos os funcionários do DTA, em especial ao José Raimundo, José Geraldo, Sr. Valente e Sr. Luís pela boa vontade e apoio.

Às estudantes Michelle e Pollyanna, pelo auxílio na realização deste trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Pigmentos Naturais e do Departamento de Tecnologia de Alimentos, em especial à Patrícia, PC, Léo, João, Renatinho, Vanessa Alcinéia e Nathália pelas idéias, sugestões, amizade e companhia.

Às secretárias do DTA Vaninha, Sueli e Geralda, pelo apoio e amizade.

Ao Harllen Sandro, pelo amor, carinho e amizade.

Às amigas Rejane, Fabíola, Gabi, Regiane e Amanda, companheiras de todos os “Rocks”, pela amizade e pelos inúmeros momentos de distração (Moreiras, Lanches Lu, Leão, Galpão...).

Aos amigos Aureliano, Jefferson, Juliana (Julis), Raquel (Maluca) e Mariana Pitta, que mesmo à distância, me deram muita força e estímulo para prosseguir.

Aos 53 integrantes da equipe de provadores, pela paciência, cooperação e boa vontade.

BIOGRAFIA

Ronielli Cardoso Reis, filha de Ronaldo Reis e Enilda Cardoso Reis, nasceu em Campo Belo, Minas Gerais, em 06 de setembro de 1976.

Em Outubro de 2000, graduou-se em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Em Outubro do mesmo ano, iniciou o Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se aos exames finais de defesa de tese em Novembro de 2002.

CONTEÚDO

RESUMO	x
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO 1 - DEFINIÇÃO DO TRATAMENTO QUÍMICO A SER UTILIZADO NO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO DE MANGA (<i>Mangifera indica</i> L.) VAR. TOMMY ATKINS	8
RESUMO	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1 - Matéria-prima	12
2.2 - Produção da manga desidratada	12
2.2.1 - Seleção	12
2.2.2 - Lavagem	12
2.2.3 - Descascamento e corte	12
2.2.4 - Tratamento químico	12
2.2.5 - Desidratação	13
2.3 - Caracterização do produto desidratado	13
2.3.1 - Cor	13
2.3.2 - Atividade de água	13
2.3.3 - Teor de umidade	14
2.3.4 - pH	14
2.3.5 - Acidez titulável	14
2.4 - Teste de aceitação e obtenção do Mapa de Preferência Interno	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
3.1 - Caracterização do produto desidratado	16
3.2 - Teste de aceitação e obtenção do Mapa de Preferência Interno	16
4 CONCLUSÕES	23
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA E DO PRODUTO DESIDRATADO E AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE MANGA (<i>Mangifera indica</i> L.) VAR. TOMMY ATKINS DURANTE O PROCESSO DE SECAGEM	26
RESUMO	26

1	INTRODUÇÃO	27
2	MATERIAL E MÉTODOS	33
	2.1 - Delineamento experimental	33
	2.2 - Matéria-prima	33
	2.3 - Caracterização da matéria-prima	33
	2.3.1 - Comprimento e Diâmetro	33
	2.3.2 - Teor de umidade	33
	2.3.3 - pH	33
	2.3.4 - Sólidos solúveis totais	34
	2.3.5 - Acidez titulável	34
	2.3.6 - Relação sólidos solúveis/acidez titulável	34
	2.3.7 - Atividade de água (A_w)	34
	2.3.8 - Cor	34
	2.3.9 - Carotenóides totais	34
	2.4 - Processo de desidratação	35
	2.4.1 - Seleção e lavagem	35
	2.4.2 - Descascamento e corte	36
	2.4.3 - Tratamento químico	36
	2.4.4 - Secagem	36
	2.4.5 - Condicionamento	36
	2.5 - Caracterização do produto desidratado	37
	2.6 - Obtenção das curvas de secagem	37
	2.7 - Alterações da cor ao longo da secagem	37
	2.8 - Acompanhamento da atividade de água durante a secagem	37
	2.9 - Análise dos resultados	37
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
	3.1 - Caracterização da matéria-prima	38
	3.2 - Caracterização do produto desidratado	40
	3.3 - Curva de secagem	41
	3.4 - Alteração da cor durante a secagem	42
	3.5 - Variação da atividade de água	45
	3.6 - Variação da atividade de água com o teor de umidade	46
4	CONCLUSÕES	48
CAPÍTULO 3 – AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE MANGA (<i>Mangifera indica</i> L.) VAR. TOMMY ATKINS DESIDRATADA DURANTE O ARMAZENAMENTO:		

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS E SENSORIAIS	54
RESUMO	54
1 INTRODUÇÃO	56
2 MATERIAL E MÉTODOS	62
2.1 – Delineamento experimental	62
2.2 - Processo de secagem	62
2.3 - Embalagens utilizadas	62
2.4 - Análises físico-químicas	62
2.4.1 - Teor de umidade	62
2.4.2 - pH	63
2.4.3 - Acidez titulável	63
2.4.4 - Atividade de água (A_w)	63
2.4.5 - Cor	63
2.4.6 - Carotenóides totais	63
2.5 – Análise microbiológica	64
2.6 - Análise sensorial	65
2.6.1 - Teste de aceitação	65
2.6.2 - Mapa de Preferência Interno	66
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
3.1 - Alterações físico-químicas durante o armazenamento	67
3.1.1 - Cinética da degradação de carotenóides totais ao longo do armazenamento	74
3.2 - Alterações microbiológicas	76
3.3 - Alterações sensoriais durante o armazenamento	78
3.3.1 - Mapa de Preferência Interno – Atributo Cor	78
3.3.2 - Mapa de Preferência Interno – Atributo Aroma	81
3.3.3 - Mapa de Preferência Interno – Atributo Sabor	85
3.3.4 - Mapa de Preferência Interno – Atributo Impressão global	88
4 CONCLUSÕES	91
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
CONCLUSÕES GERAIS	96
APÊNDICE	98

RESUMO

REIS, Ronielli Cardoso, M.S., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2002.
Avaliação dos atributos de qualidade envolvidos na desidratação de manga (*Mangifera indica* L.) var. Tommy Atkins. Orientador: Afonso Mota Ramos.
Conselheiros: Adair José Regazzi e Paulo César Stringheta.

Realizou-se um estudo para avaliar os atributos de qualidade envolvidos durante a desidratação e o armazenamento de manga (*Mangifera indica* L.) var. Tommy Atkins. Primeiramente definiu-se o melhor tratamento químico para prevenir reações de escurecimento e oxidações que ocorrem durante a desidratação e armazenamento, a partir de dados de aceitação sensorial. Fatias de manga foram tratadas em quatro soluções de ácido cítrico com ácido ascórbico e desidratadas à 60 °C até um teor de umidade final de 15-20 % (b.u.). Pelo mapa de preferência interno gerado para cada um dos atributos sensoriais cor, aroma, sabor e impressão global, definiu-se o melhor tratamento químico. O tratamento utilizando-se 25 mg/L de ácido cítrico combinado com 75 mg/L de ácido ascórbico foi aceito por um grupo maior de consumidores, sendo considerado o mais eficiente para preservar a cor característica da manga. Após a definição do tratamento químico, realizou-se a desidratação da manga utilizando-se duas temperaturas de secagem (60 e 70 °C). Realizou-se análises físicas e físico-químicas para a caracterização da manga “in natura” e do produto desidratado. Durante o processo de secagem da manga foram determinadas as alterações no teor de umidade, atividade de água e coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*). O modelo exponencial foi utilizado para obtenção das curvas de secagem não sendo constatada diferença entre as duas temperaturas utilizadas. As coordenadas L^* (luminosidade) e a^* (intensidade de vermelho) aumentaram durante o processo de secagem, enquanto a coordenada b^* (intensidade de amarelo) reduziu. A atividade de água (A_w) também reduziu ao longo da secagem, alcançando valores abaixo de 0,60. Avaliou-se também os efeitos de duas embalagens: PVDC (polivinilidicloro) e PETmet/PE (polietileno tereftalato metalizado + polietileno) sobre as características de qualidade da manga desidratada às temperaturas de 60 e 70 °C, ao longo de 120 dias de armazenamento. O produto desidratado foi embalado à vácuo (-650 mmHg), armazenado à temperatura ambiente (25 ± 5 °C) e sob luz natural e então realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. O teor de umidade, pH e acidez titulável praticamente não alteraram durante o armazenamento. A atividade de água sofreu um ligeiro aumento, entretanto, manteve-se dentro da faixa

adequada para frutas desidratadas. A cor alterou-se, sendo verificada pelas coordenadas L^* , a^* e b^* e teor de carotenóides totais. As três coordenadas de cor reduziram durante o armazenamento, entretanto a maior diminuição foi verificada na coordenada b^* (intensidade de amarelo). A degradação de carotenóides foi a mesma para os quatro produtos referente às combinações de temperatura de secagem (60 e 70 °C) e embalagem (PVDC e PETmet/PE), seguindo uma reação de primeira ordem. O produto desidratado apresentou-se com baixa contagem para bolores e leveduras e coliformes fecais, indicando boas condições de processamento e armazenamento. A aceitação sensorial dos quatro produtos foi avaliada, nos tempos 60 e 120 dias de armazenamento, por meio de testes afetivos. Os resultados foram analisados por mapa de preferência interno dos atributos sensoriais: cor, aroma, sabor e impressão global. O produto desidratado a 60 °C e embalado em PETmet/PE foi o menos aceito para todos os atributos avaliados, não satisfazendo portanto às exigências do consumidor. Já o produto desidratado a 70 °C e embalado em PVDC foi o mais aceito pelos consumidores em relação a todos os atributos avaliados nos dois tempos de armazenamento.

ABSTRACT

REIS, Ronielli Cardoso, M.S., Universidade Federal de Viçosa, November 2002.
Evaluating the quality attributes involved in dehydration of mango (*Mangifera indica* L.) var. Tommy Atkins. Adviser: Afonso Mota Ramos. Committee members: Adair José Regazzi e Paulo César Stringheta.

A study was carried out to evaluate the quality attributes involved in dehydration and storage of mango (*Mangifera indica* L.) var. Tommy Atkins. First, based on data of sensorial acceptance, the best chemical treatment was defined to prevent the oxidation and darkening reactions occurring over dehydration and storage. Mango slices were treated in four solutions of citric acid with ascorbic acid, and dehydrated at 60 °C until reaching a final moisture content of 15 - 20% (w.b.). The best treatment was defined, by using the internal preference map generated for each of the sensorial attributes, that is, color, aroma, flavor and thorough impression. A larger consumer group accepted the treatment with 25 mg/L of citric acid combined with 75 mg/L of ascorbic acid, which was considered as the most efficient one to preserve the characteristic color of the mango. After defining the chemical treatment, the dehydration of the mango was accomplished using two drying temperatures (60 and 70 °C). Physical and physicochemical analyses were performed for characterization of the mango *in natura* as well as the dehydrated product. The alterations in the moisture content, water activity, and color coordinates (L*, a* and b*) were determined during the drying process of the mango. The exponential model was used to obtain the drying curves, and no differences were found between the temperatures used. The coordinates L* (lightness) and a* (red intensity) increased during the drying process, whereas the coordinate b* (yellow intensity) was reduced. The water activity was also reduced during the drying process, reaching values below 0.60. Evaluation was also performed for the effects of two packings: PVDC (polyvinylidenechlorine) and PETmet/PE (metalled terephthalate polyethylene + polyethylene) on the quality characteristics of the mango dehydrated at temperatures of 60° and 70 °C, during 120 days under storage. The dehydrated product was wrapped under vacuum (-650mmHg), stored at environmental temperature (25° ± 5 °C) and under natural light, then the physicochemical, microbiologic and sensorial analyses were performed. The contents of moisture, pH and titrable acidity practically did not change during storage. Although water activity was slightly increased, it remained within the range adequate to the dehydrated fruits. Based on coordinates L*, a*, and b* and the total content of carotenoids, some

alteration was observed in the color. These three coordinates were reduced during storage, and the highest decrease was verified in coordinate b^* (yellow intensity). The carotenoids degradation was identical in all four products concerning to combinations of the drying temperature (60° and 70 °C) and packing (PVDC and PETmet/PE), by following a first-order reaction. The dehydrated product exhibited a low counting for molds, yeasts and fecal coliforms, thus indicating good conditions for processing and storage of the product. The sensorial acceptance for these four products was evaluated at 60 and 120 days under storage, through consumer tasting. The results were analyzed on the basis of the internal preference map of the sensorial attributes: color, aroma, flavor and thorough impression. The product dehydrated at 60 °C and wrapped in PETmet/PE was less accepted concerning to all appraised attributes, therefore not satisfying the consumer's demands. The product dehydrated at 70 °C and wrapped in PVDC, however, was most accepted by consumers in relation to all attributes appraised in both storage times.

INTRODUÇÃO GERAL

As frutas são de grande importância em todo o mundo no que se refere aos aspectos social, econômico e alimentar, sendo fontes indispensáveis de vitaminas, minerais, além de fornecerem fibras. São altamente perecíveis em virtude do elevado teor de umidade, geralmente acima de 80% (JAYARAMAN e DAS GUPTA, 1992).

A manga é considerada uma das mais importantes frutas tropicais por seu sabor, coloração e aroma característicos e atraentes. É rica em vitamina A (carotenóides), vitamina C (ácido ascórbico) e apresenta pequenas quantidades de vitaminas do complexo B (CARDELLO e CARDELLO, 1998; RIBEIRO e SABAA-SRUR, 1999).

A manga pertence a família Anacardiaceae, gênero *Mangifera* L., composto por 41 espécies que estão distribuídas em áreas tropicais e subtropicais do mundo (STAFFORD, 1983). É originária da Índia e foi introduzida na América por duas vias: pelo México, vinda das Filipinas, e pela costa leste do Brasil, a partir da Índia. Outras variedades foram originadas nas diversas regiões brasileiras pela propagação via semente, sendo que em cada Estado ou região existem as variedades locais mais cultivadas (SIMÃO, 1980). Diversas variedades indianas melhoradas foram dispersas pelo mundo das quais algumas ainda são conhecidas pelo seu nome de origem, tais como Alphonse, Sandrsha, Pairi, etc. (CARDELLO e CARDELLO, 1998). No final do século XIX, muitos tipos de manga foram levados para a Flórida (EUA), onde foram cruzados e selecionados dando origem a inúmeras variedades (Haden, Tommy Atkins, Keith e Van Dyke) que foram introduzidas no Brasil, na década de 60 (BOTREL, 1994).

A produção mundial de manga aumentou 48,21% de 1990 a 1999, passando de 16,093 para 23,852 milhões de toneladas. A Índia foi a maior produtora e sua produção representou 50,31% da produção mundial, chegando a quase 12 milhões de toneladas. O Brasil foi o nono maior produtor com 600 mil toneladas. A produção mundial de manga esteve em expansão de 1990 a 1996, a partir de então permanecendo estável, muito embora a produção do Brasil tenha aumentado 31,57% de 1998 para 1999 (LACERDA et al., 2000).

A região Sudeste respondeu, em 1998, por 41,99% da produção nacional de mangas, sendo os Estados de São Paulo e Minas Gerais os principais produtores, totalizando juntos 96,74% do total regional (AGRIANUAL, 2001). Após a introdução de novas variedades e a extensão dos plantios para outras regiões, a época de produção

aumentou de 3 a 4 meses para no mínimo 6 meses considerando a safra normal. O maior período de safra se estende de outubro a março (BLISKA, 1996).

As cultivares mais indicadas para fins comerciais são as que apresentam boa produção (acima de 15 t/ha), coloração atraente, poucas fibras e resistência ao manuseio e ao transporte, como as cultivares Tommy Atkins, Haden, Keitt e Van Dyke. Para atender às exigências do mercado internacional as melhores variedades são Haden e Tommy Atkins (ALBUQUERQUE, 1997).

A manga Tommy Atkins apresenta característica de sazonalidade bem específica marcada pela concentração da oferta no período de outubro/janeiro e de escassez entre fevereiro/setembro. Apresenta tolerância à antracnose e responde bem a processos tecnológicos, como a indução floral e o estresse hídrico, entre outros, cuja finalidade é a antecipação da colheita para o mercado (FRUTISÉRIES 2, 1998). É uma variedade com boa aceitação nos mercados nacionais e internacionais cultivada usando-se a técnica de enxerto. Começa a produzir no final do primeiro ano de plantio alcançando sua plenitude produtiva a partir do terceiro ano, quando se estabiliza. A coloração intensa, bom rendimento e a resistência ao transporte a longas distâncias são os principais atributos ao seu favor (GUERREIRO, CAVALCANTE e MACEDO, 2001).

Há uma grande diversidade quanto às variedades mais cultivadas no Brasil, a depender de cada região. Em Minas Gerais as variedades mais plantadas são a Haden, Tommy Atkins, Van Dike, Keitt e Kent. Na região Nordeste destaca-se as variedades Tommy Atkins e Haden (ALBUQUERQUE 1997; PIZA JÚNIOR, 1997).

A susceptibilidade a doenças, sensibilidade a baixas temperaturas de estocagem (abaixo de 13°C), alta perecibilidade devido ao amadurecimento e amolecimento do fruto são fatores que dificultam a sua estocagem, manutenção e transporte da fruta "in natura" (Mitra e Baldwin, 1997; citados por BALDWIN et al., 1999).

Durante os estádios de amadurecimento, armazenamento e processamento ocorrem transformações físicas, químicas, bioquímicas e sensoriais, afetando as características de qualidade do fruto (CARDELLO e CARDELLO, 1998).

A desidratação é um dos métodos de conservação mais antigos, em que o calor do fogo e a energia solar eram utilizados para a obtenção dos produtos desidratados, com a finalidade de preservar os excedentes das colheitas para serem consumidos nos períodos de escassez (VAN ARSDEL e BROWN, 1973). É definida como a operação unitária que converte um alimento líquido, sólido ou semi-sólido em

um produto com baixo teor de umidade. Baseia-se na redução da atividade de água do alimento, com conseqüente inibição do crescimento microbiano, atividade enzimática, oxidação de lipídios e escurecimento não-enzimático que ocorrem em alimentos (CABRAL et al., 1979; UBOLDI EIROA, 1981; JAY, 1994; BARRUFALDI e OLIVEIRA, 1998).

As frutas desidratadas são consideradas ingredientes naturais, nutritivos e com baixo teor de gordura podendo ser adicionados em muitos produtos, como biscoitos, cereais em barra, misturas secas para bolos, entre outros (Labell, 1999; citado por SARANTÓPOULOS, OLIVEIRA e CANAVESI, 2001). Uma das grandes vantagens da desidratação de frutas é a considerável redução do peso e volume, reduzindo drasticamente custos com embalagens, transporte e armazenamento (Feinberg, 1973; citado por MOLICA, 1999).

As reações enzimáticas e de escurecimento não-enzimático são os maiores fatores de deterioração em frutas desidratadas, ocorrendo durante o processo de secagem e armazenamento. Para reduzir tais reações as frutas devem ser tratadas antes da desidratação, minimizando perdas de cor, aroma e sabor característicos do produto. O pré-tratamento de frutas pode ser realizado com o uso de agentes químicos ou pelo branqueamento (aquecimento com água ou vapor por alguns minutos).

Adição de compostos químicos como ácido ascórbico, benzoatos, sorbatos, metabissulfitos e pirofosfatos são eficientes para reduzir a deterioração das frutas mantendo a sua qualidade. Esses compostos atuam como antioxidantes aumentando a vida de prateleira de frutas através da redução de reações de escurecimento, descoloração de pigmentos, perdas sensoriais e nutricionais. Entretanto a eficiência destes agentes depende de uma série de fatores ambientais como: pH, luz, atividade de água (A_w), temperatura e presença de metais pesados (LINDLEY, 1998).

As características físico-químicas e sensoriais dos produtos desidratados devem ser preservadas ao longo do armazenamento. Para preservar tais características torna-se fundamental o uso de embalagens adequadas, sendo os materiais flexíveis plásticos uma excelente opção. O método utilizado tradicionalmente para avaliar a eficiência dessas embalagens é o acondicionamento do produto na embalagem, estocagem e análises periódicas, avaliando a deterioração e/ou aceitabilidade sensorial (SARANTÓPOULOS, OLIVEIRA e CANAVESI, 2001).

A aceitação ou a rejeição de um produto pode ser determinada por atributos sensoriais como sabor, aroma e aparência (FELLOWS, 2000). A análise da aceitação pode refletir o grau de preferência de determinado produto pelo consumidor

(CARDELLO e FARIA, 2000). Quando os dados de aceitação são analisados por técnicas estatísticas univariada, assume-se que todos os consumidores possuem o mesmo comportamento, desconsiderando a individualidade de cada um (POLIGNANO, DRUMOND, CHENG, 1999). O Mapa de Preferência Interno é um procedimento estatístico multidimensional que considera essa individualidade. É uma análise de Componentes Principais, onde os dados de aceitação/preferência são arranjados numa matriz de produtos (em p linhas) e indivíduos (em n colunas). O resultado é um gráfico onde o conjunto de produtos são representados por pontos e os consumidores por vetores, cuja direção representa o crescimento da preferência (GREENHOFF e MACFIE, 1994; POLIGNANO, DRUMOND e CHENG, 2000).

Os objetivos do presente trabalho foram:

- Caracterizar a manga (*Mangifera indica* L., var Tommy Atkins), realizando as análises físicas e físico-químicas: comprimento, diâmetro, sólidos solúveis totais (° Brix), pH, acidez titulável, relação sólidos solúveis e acidez, teor de umidade, atividade de água (A_w), coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*) e carotenóides totais.
- Caracterizar a composição físico-química (pH, acidez titulável, teor de umidade, A_w , coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*) e carotenóides totais) da manga desidratada obtida em duas temperaturas de secagem (60 e 70 °C);
- Definir um tratamento químico eficiente para preservar as características de qualidade da manga desidratada, a partir de dados de aceitação, utilizando-se combinações de ácido cítrico e ácido ascórbico.
- Obter as curvas de secagem às temperaturas de 60 e 70 °C;
- Determinar as alterações das coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*) e atividade de água que ocorrem durante a secagem;
- Avaliar a qualidade de manga desidratada em duas temperaturas de secagem (60 e 70 °C) e embaladas em PVDC (polivinilidicloro) e PETmet/PE (polietileno tereftalato metalizado + polietileno) ao longo de 120 dias de armazenamento, mediante análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL 2001- ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. FNP, consultoria & comércio. Editora: Argos comunicação, 545p. 2001.
- ALBUQUERQUE, T. C. S. **Fruticultura no nordeste do Brasil**. Petrolina: Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi- Árido (CPATSA) – EMBRAPA, 1997. p. 107-137.
- BALDWIN, E. A.; BURNS, J. K.; KAZOKAS, W.; BRECHT, J. K.; HAGENMAIER, R. D.; BENDER, R. J.; PESIS, E. **Poshavest Biology and Technology**, v. 17, p. 215-226, 1999.
- BARRUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. v. 3, 316p.
- BLISKA, F. M. M. Mercado Interno de Manga. In: JOSÉ, A. R. S.; SOUZA, I. V. B.; FILHO, J. M.; MORAIS, O. M. **Manga: Tecnologia de Produção e Mercado**. Vitória da Conquista – Bahia, 1996. p. 241- 273.
- BOTREL, N. Manga: Variedades, qualidade e tecnologia pós- colheita. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 55-60, 1994.
- CABRAL, A. C.; SALES, A. M.; TRAVAGLINI, D. E.; ARDITA, E. F. G.; SILVEIRA, E. T. F. S.; DELAZARI, I.; AGUIRRE, J. M.; TRAVAGLINI, M. M. E.; OKADA, M.; LEITÃO, M. F. F.; NETO, R. O. T.; PICCHI, V. **Curso de alimentos desidratados**. Campinas: ITAL, 1979. v. 2, 338p.
- CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 211-217, 1998.
- CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise da aceitação de aguardentes de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v. 20, n. 1, p. 32-36, 2000.
- FELLOWS, P. J. **Food processing technology – Principles and practice**. 2. ed. New York, 2000. 575p.

- FRUTISÉRIES 2 - **Manga – Tommy Atkins – São Paulo**. Brasília - DF, 1998.
- GUERREIRO, L. F.; CAVALCANTE, R.; MACEDO, W. **Manga - Estudo de Mercado**. Agência de Fomento do Estado da Bahia – Desenbahia, 2001.
- JAY, J. M. **Microbiología moderna de los alimentos**. 3. ed. Zaragoza: Acribia, 1994. p. 423-430.
- JAYRAMAN, K. S.; DAS GUPTA, D. K. Dehydration of fruits and vegetables – Recent developments in principles and techniques. **Drying Technology**, v. 10, n. 1, p. 1-50, 1992.
- LACERDA, C. S.; MANICA, I.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. E.; DE SOUZA, L. A. C. Produção e Comércio de Manga no Mundo. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, Set/ 2000, **Anais...**, 2000.
- LINDLEY, M. G. The impact of food processing on antioxidants in vegetable oils, fruits and vegetables. **Trends in Food Science and Technology**, v. 9, p. 336-340, 1998.
- MOLICA, E. M. **Avaliação dos parâmetros envolvidos na produção de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) desidratado**. 1999. 59f.. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- PIZA JÚNIOR, C. T. A fruticultura na região sudeste do Brasil. In: 1^o SEMINÁRIO DE FRUTICULTURA NA AMÉRICA LATINA, 1997, São Paulo. **Anais...**, 1997. p. 3-53.
- POLIGNANO, L. A. C.; DRUMOND, F. B.; CHENG, L. C. Utilização dos mapas de percepção e preferência como técnicas auxiliares do QFD durante o desenvolvimento de produtos alimentícios. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 1999, Belo Horizonte. **Anais...**, 1999, p.274-284.
- POLIGNANO, L. A. C.; DRUMOND, F. B.; CHENG, L. C. Mapa de Preferência: uma ponte entre marketing e P&D. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2000, São Carlos. **Anais...**, 2000, p. 96-102.

- RIBEIRO, M. S.; SABAA-SRUR, A. U. O. Saturação de manga (*Mangifera indica* L.) var. Rosa com açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n.1, p.118-122. 1999.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001, 215p.
- SIMÃO, S. Situação da cultura da mangueira no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA MANGUEIRA,v.1, 1980, Jaboticabal. **Anais...**, Jaboticabal: UNESP, 1980. p. 3-12.
- STAFFORD, A. E. Mango. In: CHAN JÚNIOR, H. T. **Handbook of Tropical Foods**. 1983. p. 399- 431.
- UBOLDI EIROA, M. N. Atividade de água: influência sobre o desenvolvimento de microrganismos e métodos de determinação em alimentos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 18, n. 3, p 353 - 383, 1981.
- VAN ARSDEL, W. B.; BROWN, A. H. Drying rates and estimation of drier capacity. In: VAN ARSDEL, W. B.; COPLEY, M. J.; MORGAN JÚNIOR, A. I. **Food Dehydration**, 2. ed. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company Inc., 1973. v. 1, p1-82.

DEFINIÇÃO DO TRATAMENTO QUÍMICO A SER UTILIZADO NO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO DE MANGA (*Mangifera indica* L.) VAR. TOMMY ATKINS

RESUMO

As fatias de manga foram tratadas por imersão (20 min) em quatro diferentes soluções com as seguintes concentrações de ácido cítrico (AC) e ácido ascórbico (AA): 0 mg/L de AC + 100 mg/L AA (M1); 25 mg/L AC + 75 mg/L de AA (M2); 30 mg/L AC + 60 mg/L de AA (M3) e 50 mg/L AC + 50 mg/L de AA (M4). A desidratação foi realizada em um secador de bandejas à temperatura de 60°C sendo desidratadas até um teor de umidade final de 15-20%. O teste de aceitação foi aplicado para 79 consumidores que provaram as quatro amostras de manga, referente a cada tratamento, indicando o quanto gostaram ou desgostaram de cada um dos atributos sensoriais: aroma, cor, sabor e impressão global. Pelo Mapa de Preferência Interno (MDPREF) gerado para cada um dos atributos avaliados definiu-se o tratamento químico preferido pelos consumidores. O tratamento com 25 mg/L de ácido cítrico + 75 mg/L de ácido ascórbico (M2) foi aceito por um grupo maior de consumidores para o atributo cor, sendo do ponto de vista sensorial, o melhor tratamento para preservar a cor característica da manga.

1- INTRODUÇÃO

As frutas, como a maioria dos alimentos, são produtos perecíveis e iniciam um processo de deterioração após a colheita devido a ação de microrganismos e reações químicas e enzimáticas.

A aplicação de modernas tecnologias possibilita a conservação de frutas, aumentando a estabilidade durante a estocagem e permitindo a distribuição para diversas regiões do mundo.

Os processos físicos mais utilizados são: desidratação, refrigeração, congelamento e tratamento térmico. Os fatores que determinam a estabilidade dos alimentos durante a estocagem são: tipo e qualidade da matéria-prima, eficiência do processo, tipos de embalagens utilizadas e condições de armazenamento, como temperatura e umidade relativa do ar (DESROSIER, 1977).

A desidratação é um processo combinado de transferência de calor e massa no qual se reduz a atividade de água (A_w) de um alimento, inibindo o crescimento microbiano, reações enzimáticas e a deterioração de origem físico-química. O processo de desidratação pode se basear na vaporização, sublimação, remoção de água por solvente ou adição de agentes osmóticos, como sais e açúcares (SARANTÓPOULOS, OLIVEIRA e CANAVESI, 2001).

As frutas desidratadas podem ser consideradas alimentos de atividade de água (A_w) intermediária ou de baixa atividade de água. Os alimentos de atividade de água intermediária possuem A_w entre 0,60 e 0,85 e os de baixa atividade de água apresentam $A_w \leq 0,60$ sendo altamente estáveis quanto ao aspecto microbiológico (Multon e Bizot, 1978; citados por UBOLDI EIROA, 1981).

Durante o processamento de frutas vários tipos de reações oxidativas podem ocorrer, nas quais elétrons das moléculas são removidos com a formação de compostos na forma oxidada. Uma série de reações é desencadeada como escurecimento, perdas ou alterações de sabor, aroma e textura e perdas nutricionais devido à oxidação de vitaminas e ácidos graxos essenciais (Dziezak 1986, citado por LINDLEY 1998).

As operações de preparo de frutas, como descascamento e cortes, induzem o escurecimento enzimático e aumentam a síntese de etileno, respiração, amolecimento e contaminação microbiológica, promovendo a redução da qualidade (Ahvenainen, 1996, citado por SON, MOON e LEE, 2001). Destes, o escurecimento enzimático é a

principal preocupação para manter a qualidade estética do produto. Quando o tecido vegetal é danificado ou cortado e exposto ao oxigênio, ocorre a oxidação de compostos fenólicos a quinonas pela ação da enzima polifenol oxidase (PPO), naturalmente presente nas frutas. As quinonas rapidamente se condensam formando pigmentos escuros denominados melaninas (MARTINEZ e WHITAKER, 1995; LANGDON, 1987). Estima-se que em torno de 50% da perda de frutas tropicais no mundo é devida à ação da enzima polifenol oxidase (ARAÚJO, 1999).

Várias pesquisas estão sendo desenvolvidas com a finalidade de buscar formas de controlar o escurecimento enzimático. O método mais disseminado pela indústria alimentícia consiste no emprego de agentes sulfitantes por serem muito eficazes e pelo amplo espectro de aplicações. (ARAÚJO, 1999). Entretanto, alimentos contendo sulfito não devem ser consumidos por pacientes asmáticos por causar dores de cabeça, náuseas, urticárias, tonteiras, etc.

Com a nova regulamentação estabelecida pelo Food Drug Administration (FDA) em agosto de 1986, restringindo o uso destes agentes em frutas e vegetais frescos, têm-se buscado outros substitutos (LANGDON, 1987).

Vários inibidores da PPO têm sido utilizados comercialmente em frutas e hortaliças como ácido benzóico e seus derivados (MARTINEZ e WHITAKER, 1995), misturas de ácido ascórbico, ácido cítrico, pirofosfato e cloreto de cálcio (Ahvenainen 1996; Duxbury 1988; citados por SON, MOON e LEE, 2001). Uns dos agentes mais importantes são os redutores, como o ácido ascórbico e seus derivados e os quelantes como o ácido cítrico. Combinações desses ácidos têm demonstrado eficiência na prevenção de reações de oxidação (Wiley, 1994; citado por LINDLEY 1998). LANGDON (1987) mostrou que combinações de ácido ascórbico e ácido cítrico foram eficientes para prevenir o escurecimento em fatias de batatas. Santerre et al. (1988); citados por JIANG e FU (1998), confirmaram que combinações de ácido ascórbico, ácido eritórbico e ácido cítrico foram eficientes na prevenção do escurecimento em maçãs.

O ácido ascórbico atua reduzindo os compostos do tipo o-quinona formados pela ação das polifenol oxidases (PPOs) para a forma fenólica (SON, MOON e LEE, 2001). O ácido cítrico apresenta efeito inibitório duplo sobre as PPOs, reduzindo a atividade enzimática através do abaixamento do pH, uma vez que o ótimo para atuação da enzima está entre 6,0 e 7,0 e complexando-se com o cobre do centro ativo da enzima (ARAÚJO, 1999). Também exerce um efeito protetor sobre o ácido ascórbico seqüestrando traços de metais, reduzindo dessa forma a sua auto-oxidação.

(LANGDON, 1987; MARTINEZ e WHITAKER, 1995).

Para a escolha do tratamento químico mais eficiente na preservação dos atributos de qualidade das frutas desidratadas, análises colorimétricas e sensoriais podem ser realizadas.

As alterações de cor medidas pela colorimetria podem ser usadas para prever mudanças químicas e de qualidade em frutas (Little, 1976; citado por LOZANO e IBARZ, 1997). A medida instrumental proposta pela CIE baseia-se num espaço tridimensional de modo que cada cor é representada por um único ponto nesse espaço. É definida pelas coordenadas L^* (luminosidade, escala de preto a branco), a^* (escala de vermelho a verde) e b^* (escala de amarelo a azul) (ABBOTT, 1999).

A análise sensorial é uma ferramenta que busca compreender quais as características dos produtos são importantes para determinar a sua aceitação pelos consumidores (McEWAN, 1998).

O Mapa de Preferência Interno (MDPREF) é essencialmente uma representação gráfica das diferenças de aceitação entre as amostras, que permite a identificação de cada indivíduo e suas preferências em relação às amostras avaliadas (MacFIE et al., 1996; citado por BEHRENS et al., 1999).

O MDPREF é uma técnica que identifica o maior conjunto de variação dos dados e então extrai o primeiro componente principal (primeira dimensão). A partir daí são extraídas as dimensões seguintes, ortogonais entre si, até a completa explicação da variação dos dados (POLIGNANO et al., 2000). Para a construção do Mapa de Preferência Interno é necessário que os consumidores provem todas as amostras. Graficamente, o conjunto de produtos será representado por pontos e os indivíduos por vetores, sendo a preferência indicada pela direção destes vetores (GREENHOFF e MacFIE 1994).

O objetivo deste trabalho foi definir o melhor tratamento químico para prevenir reações de escurecimento e oxidações que ocorrem durante a desidratação e armazenamento, a partir de dados de aceitação sensorial.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Matéria-prima

Manga (*Mangífera indica* L.) var. Tommy Atkins, no estágio maduro foram adquiridas no CEASA de Belo Horizonte, MG.

2.2 - Produção da manga desidratada

2.2.1- Seleção

Os frutos foram selecionados de acordo com o grau de maturação, devendo estar firmes e maduros com teor de sólidos solúveis entre 12 -15° Brix.

2.2.2 - Lavagem

A lavagem é de extrema importância para obtenção de uma matéria-prima de qualidade. Os frutos foram lavados por imersão em três etapas:

- primeira lavagem - feita com água corrente para eliminar partículas mais grosseiras, como terra e outros detritos que estão aderidos no pericarpo;
- segunda lavagem - os frutos foram imersos em uma solução com 50 ppm de cloro residual total (CRT), expresso em Cl_2 , à temperatura ambiente, preparado a partir de uma solução de hipoclorito de sódio com 10-12% de CRT, por um período de 15 minutos, promovendo uma redução da contaminação microbiana;
- terceira lavagem - feita com água pura para retirar o excesso de cloro.

2.2.3 - Descascamento e corte

O descascamento e corte foram feitos manualmente utilizando-se facas de aço inoxidável obtendo-se fatias com aproximadamente 2-3 mm de espessura.

2.2.4 - Tratamento químico

As mangas foram imersas por 20 minutos em quatro diferentes soluções com as seguintes concentrações de ácido cítrico (AC) combinado com ácido ascórbico (AA): 0 mg/L AC + 100 mg/L AA (M1); 25 mg/L AC + 75 mg/L AA (M2); 30 mg/L AC +

60 mg/L AA (M3) e 50 mg/L AC + 50 mg/L AA (M4).

2.2.5 - Desidratação

Após os tratamentos, as fatias de manga foram desidratadas em um secador de bandejas à temperatura de 60°C com uma velocidade fixa do ar de 1,0 m/s. A velocidade do ar foi determinada utilizando-se um anemômetro de fio quente, com o sistema de aquecimento de ar desligado. As leituras foram efetuadas em doze pontos, com três repetições.

As mangas foram submetidas à desidratação por um período de 280 minutos, tempo necessário para obter um produto final com teor de umidade entre 15 e 20%, determinado em testes preliminares.

2.3 - Caracterização do produto desidratado

O produto final obtido a partir de cada tratamento foi caracterizado realizando-se as análises de cor (L^* , a^* e b^*), acidez (expressa em % ácido cítrico), pH, atividade de água (A_w) e teor de umidade final, em triplicata.

2.3.1 - Cor

A cor foi avaliada utilizando-se um colorímetro modelo ColorQuest II (Sphere) ("Hunter Lab Reston", VA), conectado a um computador provido do sistema software Universal.

Para cálculo das coordenadas de cor, foi estabelecido o iluminante D65 (luz do dia 6500K) e o ângulo de 10° para o observador e a escala do sistema de cor CIE Lab.

As coordenadas medidas foram: L^* que representa a luminosidade numa escala de 0 (preto) a 100 (branco); a^* que representa uma escala de tonalidades de vermelho (0+a) a verde (0-a) e b^* que representa uma escala de tonalidades de amarelo (0+b) a azul (0-b).

As fatias de manga desidratada (cerca de quatro fatias em cada leitura) eram colocadas em uma placa de vidro, evitando sobreposições e realizadas as leituras de reflectância diretamente.

2.3.2 - Atividade de água (A_w)

A atividade de água foi determinada à temperatura de 20 °C por meio de um instrumento denominado AQUALAB, modelo CX2.

2.3.3 – Teor de umidade

O teor de umidade (% b.u.) foi determinado em estufa a 105 °C, pela técnica gravimétrica, baseando-se na perda de peso das amostras até peso constante, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.3.4 - pH

O pH foi determinado por potenciometria, utilizando-se um pHmetro Digimed DM 20, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Uma amostra de 5 g foi triturada em 100 mL de H₂O destilada, até obtenção de uma mistura homogênea, e então realizada leitura direta do pH.

2.3.5 - Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada por titulometria, utilizando-se 5 g de amostra, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). A amostra foi triturada em 100 mL de H₂O destilada e submetida à titulação com uma solução de NaOH 0,1N, utilizando fenolftaleína como indicador. O resultado foi expresso em % ácido cítrico.

2.4 - Teste de aceitação e obtenção do Mapa de Preferência Interno

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa. Os atributos sensoriais cor, aroma, sabor e impressão global, foram avaliados por 79 consumidores utilizando escala hedônica de nove pontos, como descrito na Figura 1. Todos os consumidores provaram as quatro amostras de manga desidratada (M1, M2, M3 e M4). Os testes foram conduzidos em cabines individuais, sob luz branca. As amostras foram codificadas com números de três dígitos e servidas monadicamente, à temperatura ambiente, em copos de 50 mL contendo cerca de 1 g de manga desidratada.

O atributo sensorial cor foi escolhido para definir o melhor tratamento químico, uma vez que este tratamento visa a preservação da cor do produto final.

Para obtenção do Mapa de Preferência Interno os dados foram submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP) a partir da matriz de covariâncias, utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc. North Carolina. USA. 1999) versão 8.0 licenciado para a Universidade Federal de Viçosa.

ESCALA HEDÔNICA

Nome: _____ Sexo: () F () M Idade: _____

Data: _____

Por favor, prove a amostra e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou de cada um dos atributos (cor, aroma, sabor e impressão global) do produto.

Código da amostra: _____

9 – Gostei extremamente

8 – Gostei muito

7 – Gostei moderadamente

6 – Gostei moderadamente

5 – Indiferente

4 – Desgostei ligeiramente

3 – Desgostei moderadamente

2 – Desgostei muito

1 – Desgostei extremamente

Cor _____

Aroma _____

Sabor _____

Impressão global _____

Comentário: Por favor, escreva o que você gostou ou desgostou da amostra.

NÃO GOSTEI _____

GOSTEI _____

Figura 1 – Ficha de respostas para o teste de aceitação.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Caracterização do produto desidratado

As análises de cor, acidez, pH, teor de umidade final e A_w foram realizadas com a finalidade de caracterizar os produtos desidratados, obtidos a partir dos diferentes tratamentos químicos. Observa-se pela Tabela 1 que o teor de umidade final e A_w variaram de 16,07% a 17,36% e de 0,571 a 0,607, respectivamente, estando entre os teores desejados para frutas desidratadas. O pH variou de 4,18 a 4,55, sendo ideal para conservação de frutas impedindo o crescimento de microrganismos.

Os maiores valores observados das coordenadas L^* e b^* foram verificados na amostra M2 indicando uma coloração mais clara e com amarelo mais intenso. Os menores valores de L^* e de b^* foram verificados na amostra M1, indicando uma coloração mais escura e com um amarelo menos intenso. As amostras M3 e M4, praticamente não diferiram em relação a cor. Em relação a acidez a amostra M3 apresentou-se mais ácida e as amostras M1 e M4 com menor acidez.

Tabela 1 – Valores médios das propriedades físico-químicas da manga desidratada para os quatro tratamentos aplicados.

Tratamentos	Propriedades físico-químicas						
	L^*	a^*	b^*	U (% b.u.)	A_w (20 °C)	pH	Acidez (%)
M1	61,47	17,67	36,50	16,07	0,571	4,43	1,17
M2	67,90	13,68	44,31	17,27	0,589	4,42	1,32
M3	64,65	17,64	40,71	17,36	0,607	4,18	1,52
M4	64,53	16,96	39,76	16,14	0,599	4,55	1,14

3.2 – Teste de aceitação e Obtenção do Mapa de Preferência Interno

Os dados do teste de aceitação foram organizados numa matriz com os tratamentos nas linhas e os consumidores nas colunas, e então submetidos a Análise de Componentes Principais (ACP) a partir da matriz de covariâncias.

Na Figura 2 o primeiro componente principal explica 53,62 % e o segundo componente explica 33,24 % da variância de aceitação entre as amostras de manga desidratada. Os dois primeiros componentes explicam 86,86 % da variância entre as

amostras quanto a aceitação da cor, sendo suficientes para discriminá-las.

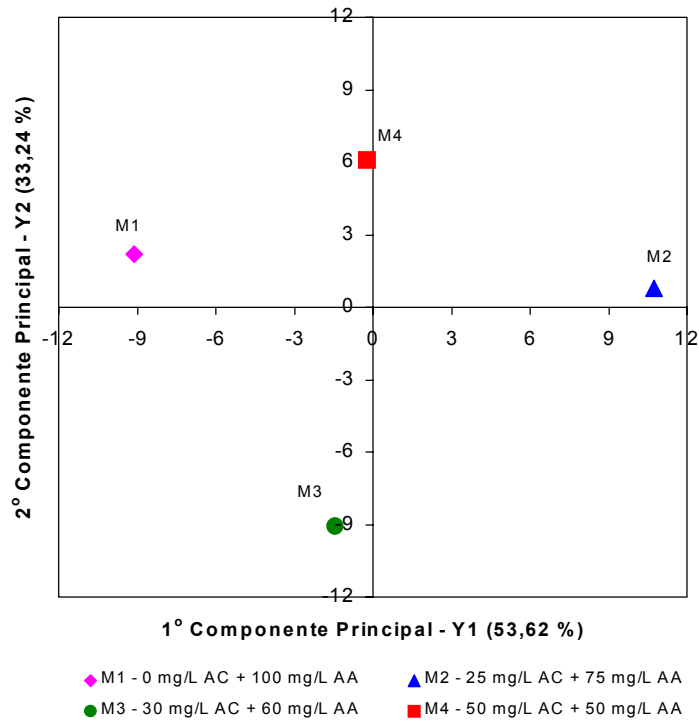
A separação espacial das amostras (Figura 2-A), sugere a existência de diferença na aceitação entre as quatro amostras em relação ao atributo cor.

Na Figura 2-B, cada ponto representa as correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais. Os consumidores correlacionados com pelo menos um dos componentes consideram diferença na aceitação das amostras. Os consumidores alocados no centro do gráfico não estão correlacionados com os dois componentes e não discriminam as amostras em relação à aceitação, considerando a aceitação das amostras semelhantes. A maior parte dos consumidores está correlacionada positivamente com o primeiro componente principal atribuindo notas mais elevadas para a amostra M2, considerando esta a preferida em relação ao atributo cor. Os consumidores correlacionados positivamente com o segundo componente principal preferiram a amostra M4 e os correlacionados negativamente preferiram a amostra M3. A amostra M1 foi a menos preferida.

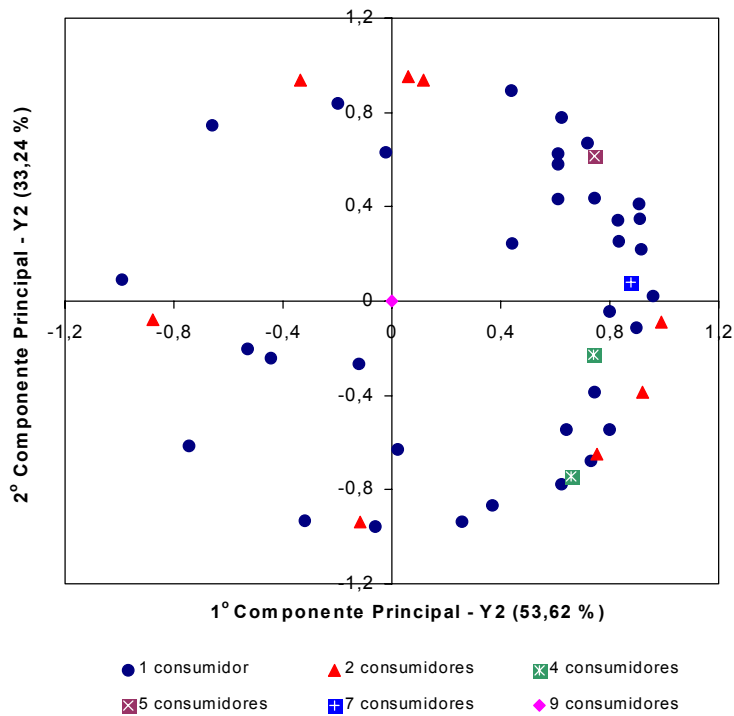
No Mapa de Preferência Interno (Figura 3), o primeiro componente principal explica 46,00 % da variação de aceitação entre as amostras de manga desidratada e o segundo 31,38 % para o atributo aroma. Os dois primeiros componentes explicam 77,38 % da variância entre as amostras quanto a sua aceitação.

Na Figura 3-A a separação espacial das amostras sugere que há diferença na aceitação das mesmas em relação ao atributo aroma. As amostras M1 e M3 diferem das amostras M2 e M4 e estas diferem entre si, sugerindo a formação de três grupos distintos.

Na Figura 3-B cada ponto representa a correlação entre os dados de aceitação de um consumidor e os dois primeiros componentes principais. Os consumidores correlacionados positivamente com o primeiro componente atribuíram notas mais elevadas para as amostras M1 e M3. Alguns consumidores correlacionados positivamente com o segundo componente e negativamente com o primeiro preferiram a amostra M4, situada no segundo quadrante. A amostra M2 foi preferida pelos consumidores correlacionados negativamente com os dois componentes. Em relação ao aroma as quatro amostras tiveram aceitação entre os consumidores, com maior preferência pelas amostras M1 e M3.

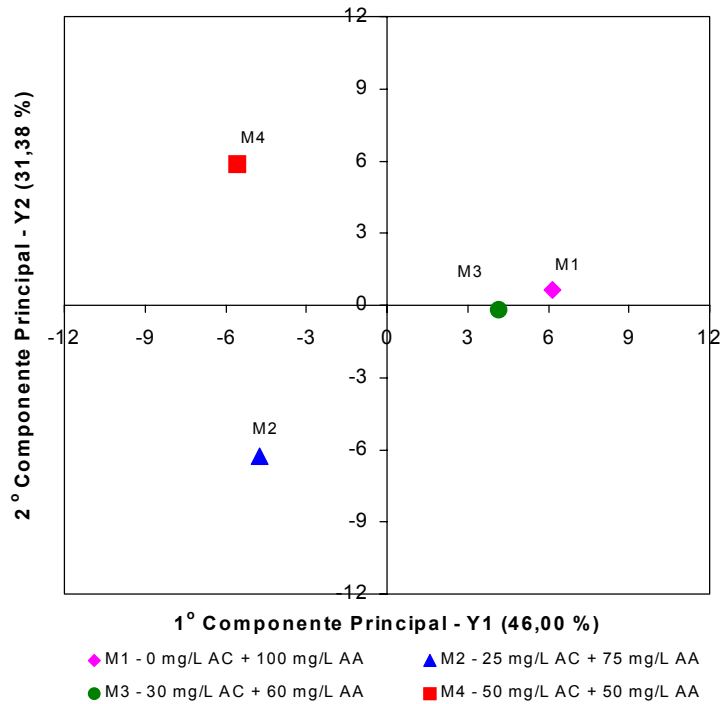


A - Dispersão das amostras de manga desidratada em relação a aceitação.

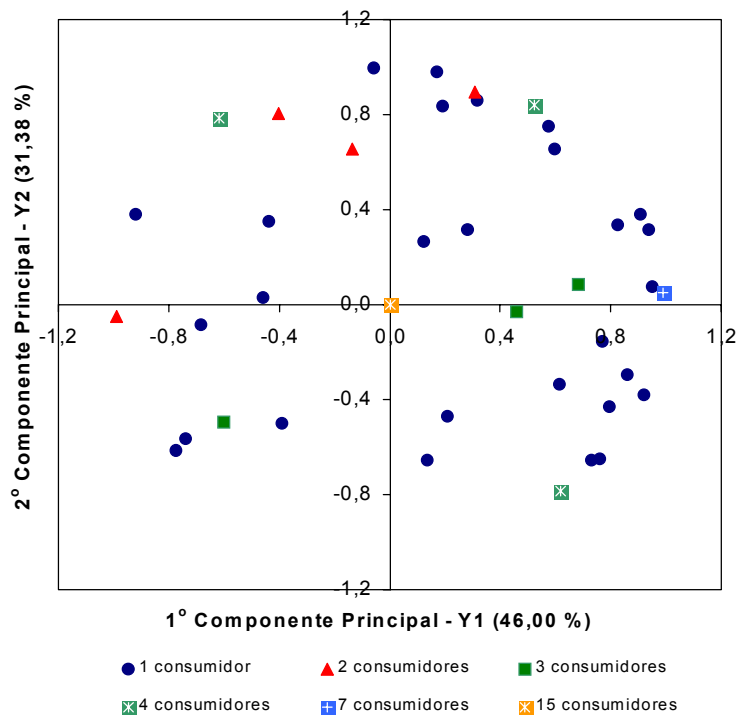


B - "Loadings" (cargas) - Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componente principais.

Figura 2 (A e B) – Cor - Mapa de Preferência Interno (MDPREF) para as amostras de manga desidratada.



A – Dispersão das amostras de manga desidratada em relação a aceitação.



B – “Loadings” (cargas) - Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componente principais.

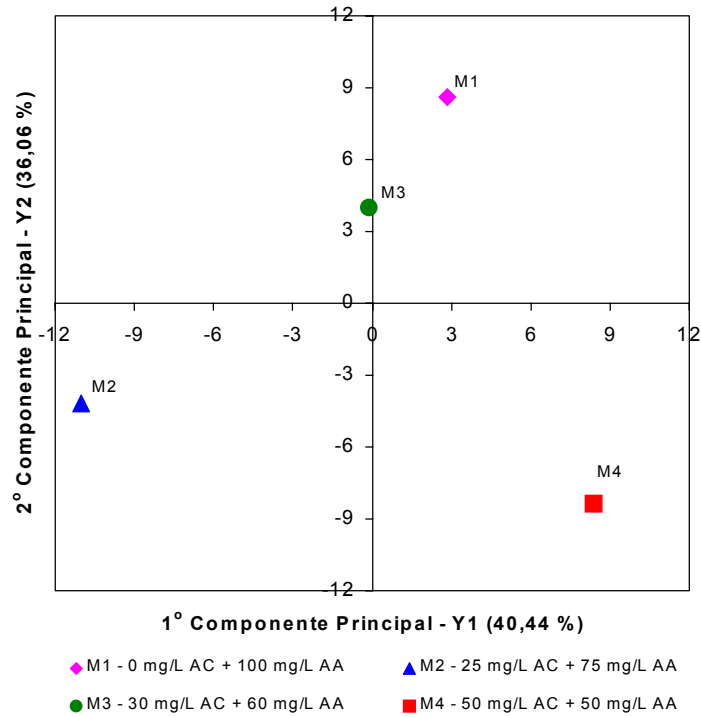
Figura 3 (A e B) – Aroma - Mapa de Preferência Interno (MDPREF) para as amostras de manga desidratada.

Na Figura 4-A o primeiro componente principal explica 40,44 % e o segundo explica 36,06 % da variância de aceitação entre as amostras em relação ao sabor. Os dois componentes explicam 76,50 % da variância entre as amostras quanto a sua aceitação. As amostras M1 e M3 são as mais semelhantes, diferindo das amostras M2 e M4 que diferem entre si.

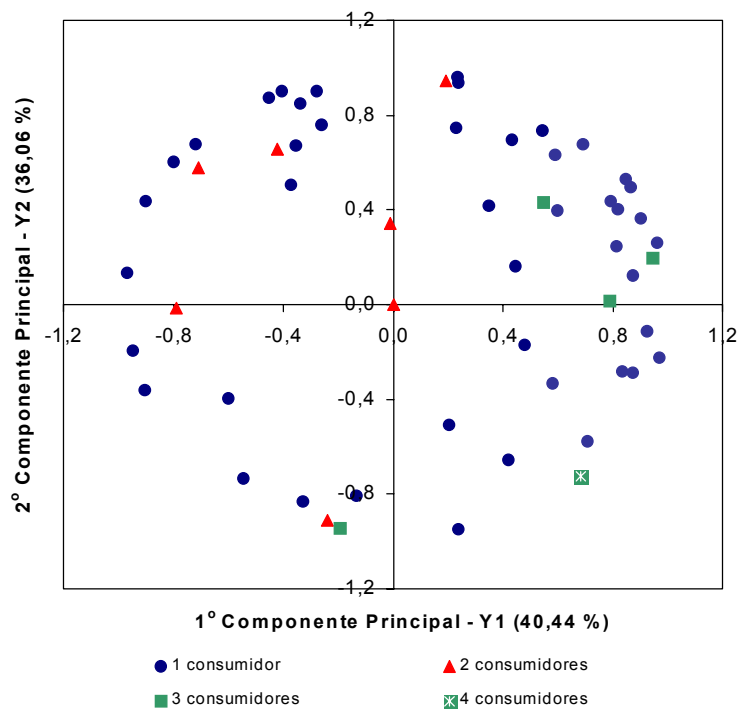
Na Figura 4-B os consumidores correlacionados positivamente com o segundo componente preferiram as amostras M1 e M3, e estão situados na parte superior do gráfico. Os correlacionados negativamente com o primeiro componente preferiram a amostra M2 e os correlacionados positivamente com o primeiro componente e negativamente com o segundo preferiram a amostra M4. Em relação ao sabor as quatro amostras tiveram uma boa aceitação entre os consumidores.

A Figura 5-A apresenta a dispersão das amostras em relação ao atributo impressão global, sugerindo que há diferença na aceitação das mesmas para esse atributo. O primeiro componente principal representa 49,00 % da variância entre a aceitação e o segundo representa 29,19 %, sendo que os dois explicam a maior parte da variância (78,19 %) entre as amostras quanto a sua aceitação. As quatro amostras diferiram entre si em relação aos dois componentes principais.

A dispersão dos consumidores em relação aos dois componentes apresenta-se bem homogênea como pode ser observado pela Figura 5-B. A amostra M2, situada no quarto quadrante, foi preferida pelos consumidores correlacionados positivamente com o primeiro componente principal e negativamente com o segundo. Alguns consumidores situados na parte superior do gráfico preferiram as amostras M3 e M4 e os localizados na parte esquerda preferiram M1.

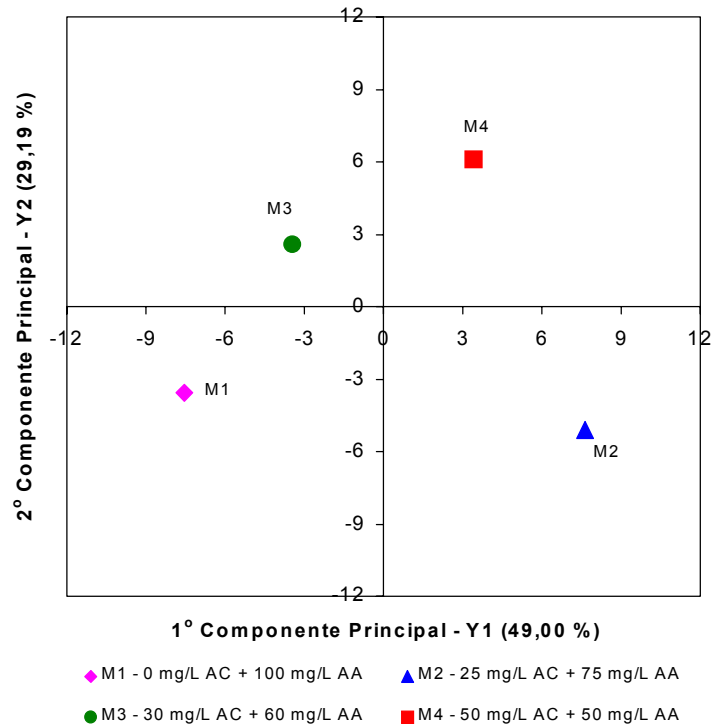


A – Dispersão das amostras de manga desidratada em relação a aceitação.

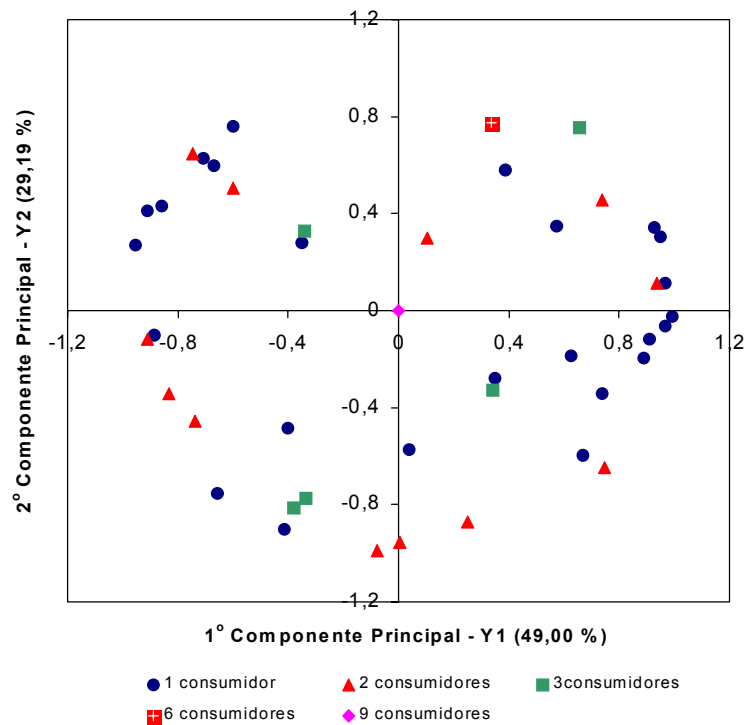


B – "Loadings" (cargas) - Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componente principais.

Figura 4 (A e B) – Sabor - Mapa de Preferência Interno (MDPREF) para as amostras de manga desidratada.



A – Dispersão das amostras de manga desidratada em relação a aceitação.



B – “Loadings” (cargas) - Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componente principais.

Figura 5 (A e B) - Impressão global - Mapa de Preferência Interno (MDPREF) para as amostras de manga desidratada.

4 – CONCLUSÕES

Para os atributos sabor e impressão global os consumidores apresentaram-se distribuídos de forma bem homogênea em relação aos dois primeiros componentes principais dividindo as suas preferências entre as amostras. Para esses atributos os quatro tratamentos aplicados tiveram uma boa aceitação entre os consumidores.

Em relação ao aroma as amostras tratadas com 0mg/L de ácido cítrico + 100 mg/L de ácido ascórbico e 30 mg/L de ácido cítrico + 60 mg/L de ácido ascórbico (M1 e M3) foram as preferidas pelos consumidores.

O tratamento químico 25 mg/L de ácido cítrico + 75 mg/L de ácido ascórbico (M2), promoveu uma coloração clara ($L^* = 67,90$) e um amarelo mais intenso ($b^* = 44,31$) no produto desidratado. Este foi aceito por um grupo maior de consumidores em relação ao atributo cor, sendo considerado o mais eficiente no processo de desidratação de manga.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, J. A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Tecnology**, v.15, p. 207-225, 1999.
- AHVENAINEN, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. **Trends in Food Science and Technology**, v. 7, p. 179-187, 1996.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e prática**. Viçosa: UFV, 1999. 411p.
- BEHRENS, J. H.; DA SILVA, M. A. A. P.; WAKELING, I. N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 214-220, 1999.
- DESROSIER, N. W. **The technology of food preservation**. Westport, Connecticut : AVI Publishing Company, INC. 4. ed. 1977. 558p.
- DZIEZAK, J. D. Preservative systems in foods, antioxidants and antimicrobial agents. **Food Technology**, v. 40, p. 94-136, 1986.
- GREENHOFF, K.; MACFIE, H. J. H. Preference mapping in practice. In: MACFIE, H. J. H.; THONSOM, D. M. H. **Measurement of food preferences**. London: Black Academic and Professional, 1994. p. 137-166.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed., São Paulo, v. 1, 1985. 533p.
- JIANG, Y.; FU, J. Inhibition of polyphenol oxidase and the browning control of litchi fruit by glutathione and citric acid. **Food Chemistry**, v. 62, n. 1, p. 49-52, 1998.
- LANGDON, T. T. Preventing of browning in fresh prepared potatoes without the use of sulfiting agents. **Food Technology**, v. 41, n. 64, p. 66-67, 1987.
- LINDLEY, M. G. The impact of food processing on antioxidants in vegetable oils, fruits and vegetables. **Trends in Food Science and Technology**, v. 9, p. 336-340, 1998.

- LOZANO, J. E.; IBARZ, A. Colour changes in concentrated fruit pulp during heating at high temperatures. **Journal of Food Engineering**, v. 31, p. 365-373, 1997.
- MARTINEZ, M. V.; WHITAKER, J. R. The biochemistry and control of enzymatic browning. **Trends in Food Science and Technology**. v. 6, p.195-200, 1995.
- McEWAN, J. A. Harmonizing sensory evaluation internationally. **Food Technology**, v. 52, n. 4, p. 52-56, 1998.
- POLIGNANO, L. A. C.; DRUMOND, F. B.; CHENG, L. C. Mapa de Preferência: uma ponte entre marketing e P&D. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2000, São Carlos. **Anais...**, 2000, p. 96-102.
- SANTERRE, C. R.; CASH, J. N.; VANNORMAN, D. J. Ascorbic acid/citric acid combinations in the processing of frozen apple slices. **Journal of Food Science**, v. 53, p. 1713-1716, 1988.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001, 215p.
- SAS. USER'S GUIDE: **basic and statistic**. Cary: 1995. 1686p.
- SON, S. M.; MOON, K. D.; LEE, C. Y. Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. **Food Chemistry**, v. 73, p. 23-30, 2001.
- UBOLDI EIROA, M. N. Atividade de água : influência sobre o desenvolvimento de microrganismos e métodos de determinação em alimentos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 18, n. 3, p 353-383, 1981.

CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA E DO PRODUTO DESIDRATADO E AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE MANGA (*Mangifera indica* L.) VAR. TOMMY ATKINS DURANTE O PROCESSO DE SECAGEM

RESUMO

Fatias de manga (*Mangifera indica* L.) var. Tommy Atkins foram desidratadas utilizando-se duas temperaturas de secagem (60 e 70 °C), e uma velocidade de ar fixa de 1,0 m/s até um teor de umidade final (% b.u.) entre 15-20%. Foram realizadas análises físicas e físico-químicas para a caracterização da manga “in natura” e do produto desidratado. O produto final caracterizou-se como de baixa atividade de água ($A_w \leq 0,60$). O modelo exponencial foi utilizado para obtenção das curvas de secagem. Pelo teste da razão de verossimilhança não foi constatada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as curvas de secagem obtidas a 60 e 70 °C. As variações da cor e da atividade de água (A_w) ao longo da secagem foram determinadas. A cor foi avaliada por medidas colorimétricas das coordenadas de cor L^* , a^* e b^* do sistema CIE lab e as leituras de A_w foram feitas diretamente em um equipamento denominado AQUALAB. Pela análise de variância (ANOVA) dos dados não se detectou efeito significativo ($p > 0,05$) de temperatura de secagem e da interação entre tempo e temperatura. Estudou-se o efeito do tempo de secagem, independentemente da temperatura, pela análise de regressão para cada variável (coordenadas L^* , a^* e b^* e A_w). As coordenadas L^* (luminosidade) e a^* (intensidade de vermelho) aumentaram durante a secagem, enquanto a coordenada b^* (intensidade de amarelo) reduziu. A A_w também reduziu com o tempo de secagem alcançando valores finais de 0,552 e 0,560 para as temperaturas de 60 e 70 °C, respectivamente. A partir das equações ajustadas é possível prever as variações do teor de umidade, da cor e da atividade de água durante a desidratação da manga nas condições de secagem estabelecidas.

1- INTRODUÇÃO

A qualidade dos frutos corresponde ao conjunto de atributos ou propriedades que os tornam apreciados como alimentos. Os atributos de qualidade dizem respeito à aparência, sabor, aroma, textura e valor nutritivo do produto, os quais estão relacionados com características físicas e químicas dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

As principais características físicas e químicas que devem ser consideradas, a fim de destacar qualidades que possam atender às exigências do mercado interno tanto para consumo “in natura” quanto para a industrialização são: peso do fruto, casca, semente, diâmetro longitudinal e transversal, acidez titulável, sólidos solúveis totais, umidade, açúcares redutores e totais, pectina total, vitamina C, fibra e carotenóides totais (GONÇALVES et al., 1998).

A composição química da manga varia com as condições da cultura, variedade, estágio de maturação, e outros fatores, sendo constituída principalmente de água, carboidratos, ácidos orgânicos, lipídios, sais minerais, proteínas, vitaminas, fibras e pigmentos (CARDELLO e CARDELLO, 1998; KALRA, TANDON e SINGH, 1995).

Segundo Oliveira et. al (1989), citados por GONÇALVES et al. (1998), o teor médio de umidade da manga situa-se em torno de 83,1%.

Os açúcares constituem a maior parte dos sólidos solúveis (expresso em °Brix), apresentando-se principalmente na forma de sacarose, glicose e frutose. Cultivares com elevado teor de sólidos solúveis são preferidas para o consumo do fruto “in natura” e para a industrialização (GONÇALVES et al., 1998).

Segundo NATIVIDAD FERRER (1987), a porcentagem de sólidos solúveis encontrada na manga varia de 6,65 a 21,9 °Brix, dependendo da variedade e estágio de maturação do fruto. O teor de sólidos solúveis é maior em frutos maduros. Yadav et al. (1982) citados por BLEINROTH et al. (1985), analisando cultivares indianas, constataram que a Dashehari contém o maior teor de sólidos solúveis totais, sendo 23,8° Brix.

A manga apresenta 0,1% de ácidos graxos, como o ácido palmítico e palmitoléico, que juntamente com aldeídos, ésteres, hidrocarbonetos, álcoois, lactonas e furfural, são responsáveis pelo aroma e sabor característicos do fruto maduro (NATIVIDAD FERRER, 1987).

Hunter et al. (1974), citados por BOTREL (1994), encontraram quarenta

compostos voláteis responsáveis pelo aroma da manga, destacando-se os hidrocarbonetos, ésteres, álcoois, lactonas e furfural.

A acidez da manga varia entre 0,13 e 0,76%, sendo expressa em ácido cítrico por ser este o principal ácido presente na fruta, e o pH varia de 3,0 a 4,7. A acidez titulável reduz com a maturação dos frutos, sendo os de menor acidez os preferidos pelos consumidores brasileiros, e os de maior acidez os mais indicados para a industrialização (RODRIGUES et al.,1977; BLEINROTH et al.,1976; MANICA, 1981). Em manga variedade Keitt, os principais ácidos orgânicos são o cítrico e málico, e ambos decrescendo com a maturidade (Medlicott e Thompson, 1985; Selvaraj et al., 1989; citados por TOVAR, GARCIA e MATA, 2001) Pequenas quantidades dos ácidos tartárico, oxálico, ascórbico e α -cetoglutárico, foram determinados por Medlicott et al. (1985), citados por TOVAR, GARCIA e MATA (2001).

A relação entre sólidos solúveis totais/acidez indica a maturação do fruto, sendo um critério de qualidade (BOTREL, 1994).

A manga é rica em vários nutrientes como ácido ascórbico, β -caroteno e sais minerais. Esta composição nutricional varia com o grau de maturação, variedade e sazonalidade. Os teores de ácido ascórbico variam de 5 a 178mg/100g de polpa, reduzindo à medida que o fruto vai amadurecendo (CARDELLO e CARDELLO, 1998). Para a variedade Tommy Atkins, o teor de vitamina C encontrado por BLEINROTH et al. (1985), foi de 42 mg/100g de polpa.

Durante o amadurecimento há um aumento da quantidade de β -caroteno, uma vez que os carotenóides são os principais responsáveis pela coloração de mangas maduras. A manga é considerada uma boa fonte de carotenóides, com concentrações que podem variar de acordo com a variedade, grau de maturidade e condições climáticas de cultivo dos frutos. Vários autores têm investigado a composição dos carotenóides durante os três estádios de amadurecimento da manga e as mudanças nessa composição durante o armazenamento e estocagem. Através desses trabalhos foram reportados mais de dezessete diferentes carotenóides constiuintes da polpa de manga, sendo que de todos o β -caroteno é o principal carotenoide tanto no fruto verde ou maduro (John et al.,1970; Godoy e Rodriguez –Amaya, 1987; citados por CANO e ANCOS, 1994). GOWDA et al. (1994) encontraram valores de 3,7 e 11,5 mg de carotenóides/100g de polpa nas cultivares indianas, Totapuri e Alphonso, enquanto GONÇALVES et al. (1998) verificaram quantidades de 4,42 mg de carotenóides/100g de polpa na cultivar Amarelinha e 7,05 mg de carotenóides/100g na Haden. MERCADANTE e RODRIGUEZ-AMAYA (1998), constataram a influência das

condições climáticas no teor de carotenóides da variedade Keitt, verificando um aumento de 3,8 para 5,5 mg de carotenóides/100g de polpa em mangas provenientes dos Estados de São Paulo e Bahia respectivamente.

O teor de pectina varia de 0,5 a 1,0 % e indica consistência ou textura do produto. Durante a maturação do fruto ocorre a degradação da pectina que se torna solúvel em água, promovendo o amolecimento da polpa (ROE e BRUEMMER, 1981).

A quantidade do teor de fibra normalmente varia de 0,02 a 1,1%, dependendo da variedade e do estágio de maturação do fruto. Entretanto, BLEINROTH et al. (1985), encontraram valores elevados no teor de fibras para as variedades Sensation e Keitt, sendo 1,64 e 1,45%, respectivamente. Para a Tommy Atkins o valor foi de 1,1%. Um elevado teor de fibras na polpa da manga é considerado um fator negativo na qualidade do fruto (NATIVIDAD FERRER, 1987).

Em razão de a manga ser uma fruta sazonal e muito abundante em vários países, seria valioso, tanto em termos econômicos como nutricionais, tornar viável o aproveitamento mais racional da mesma, preservando ao máximo os componentes nutricionais desse vegetal (CARDELLO, MORAIS e CARDELLO, 1994).

A secagem de frutas, para obtenção de um produto com teor de umidade intermediário, consiste basicamente na redução da quantidade de água, até que se tenha um produto com teor de umidade entre 15-25% (b.u.). O principal objetivo da desidratação é prolongar a vida útil dos alimentos através da redução da atividade de água com conseqüente redução do crescimento microbiano, atividade enzimática, oxidação de lipídios, escurecimento não-enzimático, assim como fenômenos de ordem física (cristalização e retrogradação), que ocorrem em alimentos (CABRAL et al., 1979; UBOLDI EIROA, 1981; JAY, 1994; BARRUFALDI e OLIVEIRA, 1998). A desidratação solar têm sido utilizada por milhares de anos em todo o mundo, entretanto umas séries de desvantagens vêm limitando a sua utilização, como: requerimento de grandes áreas, exposição do alimento à contaminação ambiental, dependência do tempo e dificuldade no controle do processo, etc. Nos recentes anos outros métodos de desidratação, como secagem em bandejas, vêm sendo aplicados a fim de evitar tais desvantagens e assegurar a qualidade do produto final (Noyes, 1969; Bolin et al., 1981; citados por ABDELHAQ e LABUZA, 1987; IMRE, 1997).

A secagem em bandejas baseia-se na exposição da fruta a uma corrente de ar quente, sendo um processo de transferência de calor e massa, onde a água é transferida por difusão de dentro do alimento para a sua superfície e por convecção da superfície para o ar de secagem (HERNÁNDEZ, PAVÓN e GARCÍA, 2000).

Segundo FELLOWS (2000), o processo de secagem apresenta geralmente um período de velocidade constante e um ou mais períodos de velocidade decrescentes.

O período de velocidade constante é caracterizado por uma taxa de secagem constante com o tempo. A velocidade de difusão da água dentro do alimento é igual a velocidade com que esta é evaporada. Este período ocorre até o teor de umidade crítico. No período de velocidade decrescente a taxa de secagem não é constante ao longo do tempo, sendo controlada pela taxa de difusão da água no interior do alimento. Este período se estende até o teor de umidade de equilíbrio, quando o alimento não perde mais água e a velocidade de secagem chega a zero.

As curvas de secagem de um produto indicam a velocidade de remoção de água em qualquer tempo medido a partir do início do processo. A maior ou menor inclinação da curva mostra a facilidade ou dificuldade de remoção da água durante o processo de secagem (MELONI, 1995).

Modelos matemáticos da cinética de secagem de alimentos têm sido reportados por inúmeros pesquisadores apresentando duas tendências: modelos detalhados e simplificados. Os modelos detalhados usam simultaneamente equações de transferência de calor e massa, as propriedades dos alimentos e o fenômeno denominado encolhimento (Zogzas e Maroulis, 1996; citados por HÉRNANDEZ, PAVÓN e GARCÍA, 2000).

Os modelos simplificados são obtidos a partir dos mais complexos fazendo algumas considerações, como: a transferência de calor dentro do alimento é negligenciada, não há encolhimento e a difusão da água dentro do alimento é constante. Tais modelos têm sido utilizados por diversos autores (HÉRNANDEZ, PAVÓN e GARCÍA, 2000).

Segundo TRAVAGLINI et al. (1993), os principais parâmetros que influenciam o processo de secagem de frutas são: temperatura, umidade relativa e velocidade do ar de secagem e as características do produto.

A taxa de secagem é maior quando o alimento é exposto à temperaturas elevadas. O ar aquecido promove um aquecimento do produto aumentando a sua pressão de vapor, facilitando a saída de água. NEWMAN, PRICE e WOOLF (1996), testaram quatro temperaturas (70, 80, 90 e 100°C) de secagem em ameixas, verificando um aumento da taxa de secagem com o aumento da temperatura. BinKley e Wiley (1978) citados por NEWMAN, PRICE e WOOLF (1996), atribuíram este efeito à dificuldade de ruptura da célula a baixas temperaturas, uma vez que no período de velocidade decrescente, a difusão é a maior responsável pela saída de água do

alimento. Entretanto, temperaturas muito elevadas podem promover a queima do produto e a caramelização dos açúcares, afetando a cor, sabor, textura e aroma.

A velocidade do ar e a umidade relativa na câmara de secagem exercem um grande efeito na taxa de remoção de umidade do produto. A taxa de secagem aumenta com o aumento da velocidade do ar. Se a velocidade for muito baixa, o vapor que sai do alimento aumenta a umidade relativa do ar que o circunda, reduzindo o gradiente de pressão de vapor, dificultando a desidratação (FELLOWS, 2000).

As características do produto como: teor de umidade inicial, concentração de açúcares, relação volume/superfície, forma e tamanho são fatores que influenciam diretamente o processo de secagem. O tempo de secagem é prolongado quanto maior o teor de açúcares e teor de umidade inicial e será menor quanto maior for a área de contato e menor a espessura. Uma pequena diferença na espessura do alimento pode causar uma mudança significativa no tempo de secagem (VAN ARSDEL e BROWN, 1973).

A qualidade do produto desidratado depende, em parte, das alterações que ocorrem durante a desidratação e o armazenamento. Algumas dessas alterações envolvem modificações na estrutura física e reações químicas e enzimáticas, afetando a textura, a cor, propriedades sensoriais, biológicas e microbiológicas dos alimentos (MUJUMDAR, 1997).

A secagem altera a reflectância, absorbância e transmitância e conseqüentemente a sua cor.

A cor pode ser descrita por vários sistemas de coordenadas (Clydesdale, 1978; Francis, 1980; Hunter e Harold, 1987; Minolta, 1994, citados por ABBOTT, 1999). Alguns dos sistemas mais conhecidos são RGB (red, green and blue), Hunter L a b, CIE (Comissão Internacional de "L'Eclairage") $L^* a^* b^*$, CIE X Y Z, CIE $L^* u^* v^*$, CIE Y x y e CIE L C H. Estes se diferem na simetria do espaço das cores e no sistema de coordenadas usados para definir pontos dentro deste espaço. Destes, o CIE e o sistema de Hunter, são os de maior importância para medida instrumental. De acordo com os conceitos do CIE, o olho humano possui três receptores de cor - vermelho, verde e azul - e todas as outras cores são combinações destas (ABBOTT, 1999). O método proposto pela CIE, definido em 1976, baseia-se num espaço tridimensional de modo que cada cor é representada por um único ponto nesse espaço. É definido pelas coordenadas $L^* a^* b^*$, onde:

- Eixo L^* : representa a luminosidade numa escala de 0 (preto) a 100 (branco).

- Eixo a^* : representa uma escala de tonalidades de vermelho ($0+a$) a verde ($0-a$).
- Eixo b^* : representa uma escala de tonalidades de amarelo ($0+b$) a azul ($0-b$).

A partir dos valores a^* e b^* , a cromaticidade e ângulo de tonalidade podem ser calculados. Desta forma, uma tonalidade vermelha está representada pelo ângulo 0° , a cor amarela por 90° e a cor azul por 270° (CHAUCA, 2000).

Compostos químicos absorvem energia luminosa em específicos comprimentos de ondas. Dentro do espectro visível, a maior absorção se deve aos pigmentos: clorofilas, carotenóides, antocianinas e outros (ABBOTT, 1999).

A principal causa de degradação dos carotenóides é a oxidação. A reação se inicia com o ataque do oxigênio ao anel do pigmento e o mecanismo é considerado ser um processo de formação de radicais livres (RODRIGUEZ-AMAYA, 1993). A estabilidade desses compostos varia com o processamento e estocagem e depende da estrutura dos carotenóides, temperatura, disponibilidade de oxigênio, exposição à luz, teor de umidade, atividade de água, acidez, presença de metais, anti-oxidantes e pro-oxidantes (BRITTON, 1991 e 1992; RODRIGUEZ-AMAYA, 1993).

Pelas medidas das coordenadas de cor L^* , a^* e b^* é possível determinar as alterações da cor ao longo da secagem, sendo importante para avaliar o efeito das condições de processamento (temperatura, velocidade e umidade relativa do ar) e do pré-tratamento sobre a qualidade do produto final.

Este trabalho teve como objetivos:

- Caracterizar a matéria-prima realizando as análises: comprimento, diâmetro, teor de umidade, atividade de água, pH, sólidos solúveis ($^\circ$ Brix), acidez titulável (expressa em % de ácido cítrico), relação sólidos solúveis/acidez, coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*) e teor de carotenóides totais;
- Obter as curvas de secagem às temperaturas de 60 e 70 $^\circ$ C;
- Determinar as alterações da cor ao longo da secagem, através das medidas colorimétricas L^* , a^* e b^* ;
- Determinar as alterações da atividade de água ao longo da secagem;
- Caracterizar o produto desidratado realizando as seguintes análises: teor de umidade final, atividade de água, pH, acidez titulável, coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*) e teor de carotenóides totais.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições, com os tratamentos no esquema de parcelas subdivididas. Duas temperaturas (60 e 70 °C) constituíram as parcelas e oito tempos (0, 40, 80, 120, 160, 200, 240 e 280 min) as subparcelas.

2.2- Matéria-prima

Mangas (*Mangífera indica* L.) var. Tommy Atkins, no estágio maduro, adquiridas no CEASA de Belo Horizonte, MG.

2.3 - Caracterização da matéria-prima

Para a caracterização da matéria-prima foram feitas as seguintes avaliações: comprimento, diâmetro, teor de umidade, pH, sólidos solúveis totais (° Brix), acidez titulável, atividade de água (A_w), coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*) e teor de carotenóides totais.

Foram escolhidos vinte frutos, dos quais retirou-se, ao acaso, uma porção da polpa para obtenção de uma amostra destinada às análises físico-químicas (feitas em triplicata).

2.3.1 – Comprimento e Diâmetro

Para determinação do comprimento e diâmetro, vinte frutos foram escolhidos ao acaso e então realizadas medições diretas com o auxílio de um paquímetro.

2.3.2 – Teor de umidade

O teor de umidade foi determinado em estufa a 105 °C pela técnica gravimétrica, baseando-se na perda de peso das amostras até peso constante, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.3.3 – pH

O pH foi determinado por potenciometria, utilizando-se um pHmetro Digimed DM 20, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Uma amostra

de 5 g foi triturada em 100 mL de H₂O destilada, até obtenção de uma mistura homogênea, e então realizada leitura direta do pH.

2.3.4 – Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado por refratometria, à temperatura ambiente, utilizando-se um refratômetro manual marca ATAGO N1.

2.3.5 – Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada por titulometria utilizando-se 5 g de amostra, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). A amostra foi triturada em 100 mL de H₂O destilada e submetida à titulação com uma solução de NaOH 0,1N, utilizando fenolftaleína como indicador. O resultado foi expresso em % ácido cítrico.

2.3.6 – Relação sólidos solúveis/acidez titulável

A relação sólidos solúveis/acidez titulável foi obtida da relação direta das medidas de sólidos solúveis totais e acidez titulável.

2.3.7 – Atividade de água (A_w)

A atividade de água foi determinada a 20°C por meio de um instrumento denominado AQUALAB, modelo CX2.

2.3.8 –Cor

A cor foi avaliada utilizando-se um colorímetro modelo ColorQuest II (Sphere) (“Hunter Lab Reston”, VA), conectado a um computador provido do sistema software Universal.

Para cálculo das coordenadas de cor, foi estabelecido o iluminante D65 (luz do dia 6500K) e o ângulo de 10° para o observador e a escala do sistema de cor CIE Lab.

As amostras de manga “in natura” foram homogeneizadas e transferidas para uma cubeta de quartzo com capacidade de 50 mL, e então realizadas as leituras em triplicata.

2.3.9 – Carotenóides totais

A determinação de carotenóides totais foi feita, em duplicata, adaptando-se a metodologia descrita por HIGBY (1962).

Uma amostra de 5 g de manga foi triturada em uma solução extratora contendo 30 mL de álcool isopropílico e 10 mL de hexano por um período de 10 min e então submetida a filtração à vácuo. Este procedimento foi repetido para a mesma amostra por duas vezes, obtendo-se um filtrado de cor clara, garantido a extração de todo carotenóide. Após a extração, a solução foi transferida quantitativamente para um funil de separação (250 mL), adicionando de solução salina (1% de NaCl) até um volume final de 180 - 200 mL. A mistura foi agitada em redemoinhos e deixada em repouso por 30min. A seguir a parte incolor foi descartada e novamente adicionada a solução salina. Esse procedimento foi repetido até que todo o álcool isopropílico fosse extraído com a água, totalizando em torno de sete lavagens. Após a separação, o hexano contendo os carotenóides foi transferido quantitativamente para um balão volumétrico de 250 mL, passando por uma pequena camada de algodão contendo sulfato de sódio anidro e concentrado em um rota-vapor à temperatura de 35-37 °C até a evaporação de todo hexano. Foi então ressuspensa em uma solução com 2 mL de acetona e 18 mL de hexano, para efetuar a leitura em espectrofotômetro.

A absorvância da solução de carotenóides foi medida a 450 nm, utilizando um espectrofotômetro ultravioleta/visível modelo Hitachi 2001U.

Os teores de carotenóides totais, expressos em mg/100g de amostra foram calculados pela equação :

$$\text{Carotenóides totais (mg / 100g de amostra)} = \frac{A_{450} \times 100 \times f}{250 \times L \times W} \quad (1)$$

Em que: coeficiente de absorvância = 250 L/g.cm, L = comprimento da célula (cm), W = quantidade da amostra (g) no volume final da diluição , f = fator de diluição.

2.4 – Processo de desidratação

2.4.1- Seleção e lavagem

Os frutos foram selecionados de acordo com o grau de maturação, estando firmes e maduros, com teor de sólidos solúveis entre 12 –15 °Brix.

A lavagem é de extrema importância para obtenção de uma matéria – prima de qualidade. Os frutos foram lavados por imersão em três etapas:

- primeira lavagem - feita com água corrente para eliminar partículas mais grosseiras, como terra e outros detritos que estão aderidos no pericarpo;
- segunda lavagem - os frutos foram imersos em uma solução com 50

ppm de cloro residual total (CRT), expresso em Cl_2 , à temperatura ambiente, preparado a partir de uma solução de hipoclorito de sódio com 10-12% de CRT, por um período de 15 minutos, promovendo uma redução da contaminação microbiana;

- terceira lavagem - feita com água pura para retirar o excesso de cloro.

2.4.2 - Descascamento e corte

O descascamento e corte foram feitos manualmente, utilizando-se facas de aço inoxidável obtendo-se fatias com aproximadamente 2-3 mm de espessura.

2.4.3 - Tratamento químico

As mangas foram imersas por 20 minutos em uma solução com concentrações de 25 mg/L ácido cítrico + 75 mg/L de ácidos ascórbicos, sendo este um tratamento eficiente na preservação da cor característica da manga.

2.4.4 – Secagem

A secagem foi realizada em um secador experimental contendo 10 bandejas de 1 m². Utilizou-se duas temperaturas de ar de secagem 60 e 70 °C com umidade relativa de 10 e 6%, respectivamente. A velocidade do ar de secagem foi fixada em 1,0 m/s. Foram utilizadas cerca de 8 Kg de manga fatiada em cada secagem.

As medições de temperatura do ar de secagem foram efetuadas por meio de um termômetro fixado na entrada da câmara de secagem. A vazão do ar de secagem foi determinada por meio de um anemômetro de fio quente com o sistema de aquecimento de ar desligado.

As condições ambientais (temperatura e umidade relativa do ar) foram obtidas por meio de um termo-higrômetro digital. A partir desses valores determinou-se a umidade relativa do ar de secagem utilizando-se um gráfico psicrométrico.

2.4.5 – Condicionamento

Após a secagem o produto foi mantido no secador com os aquecedores desligados mas mantendo-se o ventilador por um período de 20 minutos, para que a temperatura do produto desidratado entre em equilíbrio com a temperatura ambiente, evitando-se a condensação do vapor de água no produto embalado.

2.5 - Caracterização do produto desidratado

Para a caracterização da manga desidratada, após a secagem todo produto foi armazenado em embalagens de polipropileno à temperatura ambiente e em caixas de papelão, por um período de 4-5 dias. Durante este período ocorre a migração da água das partes mais úmidas para as mais secas, tornando o produto final mais homogêneo.

Após este período foram feitas as análises físico-químicas: teor de umidade, pH, acidez titulável, atividade de água (A_w), coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*) e carotenóides totais, conforme descritas nos itens 2.3.2, 2.3.3, 2.3.5, 2.3.7, 2.3.8 e 2.3.9.

2.6 – Obtenção das curvas de secagem

Para a obtenção das curvas de secagem foram realizadas pesagens do produto em balança com precisão de duas casas decimais, no início da secagem e depois a cada 40 min até obtenção de um produto com teor de umidade final de 15-20% (b.u.). Foram utilizadas duas bandejas de pesagem, em cada tempo.

2.7 – Alterações da cor ao longo da secagem

Durante a secagem, a cada 40 min, amostras de manga foram retiradas aleatoriamente do secador para a análise de cor determinando-se as coordenadas de cor L^* , a^* e b^* .

As fatias de manga desidratada (cerca de quatro fatias em cada leitura) eram colocadas em uma placa de vidro, evitando sobreposições, e realizadas as leituras diretamente. As análises foram efetuadas em triplicata.

2.8 - Acompanhamento da atividade de água durante a secagem

A atividade de água foi determinada ao longo da secagem, retirando-se amostras aleatórias do secador. A determinação foi efetuada em triplicata a 20 °C, diretamente no AQUALAB, modelo CX2.

2.9 – Análise dos resultados

Os resultados foram analisados através da análise de variância (ANOVA) e análise de regressão, utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS Institute INC. North Carolina. USA. 1999) versão 8.0 licenciado para a Universidade Federal de Viçosa.

3 -RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Caracterização da matéria-prima

As propriedades físicas e físico-químicas da manga “in natura” apresentaram valores dentro da faixa proposta por vários pesquisadores (Tabela 1).

Tabela 1 - Valores médios referentes as propriedades físicas e físico-químicas de manga var. Tommy Atkins “in natura”.

Propriedades físicas e físico-químicas	Manga “in natura”
Peso do fruto, g	473,3
Comprimento, cm	11,47
Diâmetro, cm	9,00
Umidade, % b. u.	83,55
Sólidos solúveis totais (SST), °Brix	14,47
Acidez titulável (AT), % ácido cítrico	0,24
Relação SST/AT	60,29
pH	4,49
Atividade de água (A_w)	0,93
Carotenóides totais, mg/100g de polpa	3,32
Carotenóides totais, mg/100g matéria seca	20,18
L*	58,45
a*	13,78
b*	48,46

O peso médio encontrado está entre os valores verificados por diversos autores. Siqueira et al. (1988) citados por BOTREL (1994), trabalhando com frutos provenientes de Uberaba verificaram um peso médio, para a mesma variedade, de 412,5 g, enquanto BLEINROTH et al. (1985), encontraram um peso médio de 545,73 g, em frutos do Estado de São Paulo. Vale ressaltar que o peso médio do fruto varia em função da variedade, das condições climáticas e tratos culturais.

O comprimento e diâmetro verificados por BLEINROTH et al. (1985), para Tommy Atkins foram de 11,88 e de 9,39 cm, estando próximos aos valores

encontrados no presente estudo.

O teor de umidade ficou entre os valores encontrados por vários autores em diversas variedades de manga. GONÇALVES et al. (1998), verificaram uma grande variação do teor de umidade em sete variedades de manga, encontrando 85,29% na Haden e 77,28% na Ubari. Segundo CHITARRA e CHITARRA (1990), as variações que ocorrem no teor de umidade podem ser decorrentes do suprimento de água oferecido à planta, das condições climáticas da região de cultivo ou da peculiaridade da variedade.

A acidez titulável foi de 0,24% de ácido cítrico, sendo inferior ao valor encontrado por BLEINROTH et al. (1985), que foi de 0,38 %. GONÇALVES et al. (1998), verificaram valores entre 0,29 e 0,63% nas variedades Amarelinha e Sabina, respectivamente.

Os valores de pH verificados por BLEINROTH et al. (1985) para a Tommy Atkins foi de 4,29, sendo ligeiramente inferior ao observado nesse trabalho.

O teor de sólidos solúveis depende da variedade e do estágio de maturação, sendo um indicador do grau de doçura dos frutos. Para a variedade Tommy Atkins esse teor foi de 14,47 °Brix, inferior ao valor determinado por BLEINROTH et al. (1985) que foi de 15,60 °Brix. GOWDA et al. (1994), verificaram variação no teor de sólidos solúveis totais em variedades indianas de manga, encontrando 14,6 e 18,8 °Brix nas variedades Totapuri e Alphonso, respectivamente. GONÇALVES et al. (1998) encontraram valores semelhantes nas variedades Ubá, Ubari, Sabina e Amarelinha, situando-se entre 16,8 e 15,6 °Brix.

O teor de carotenóides totais encontrado para a Tommy Atkins foi inferior ao valor encontrado por MERCADANTE e RODRIGUEZ-AMAYA (1998), que foi de 4,51mg de carotenóides/100g de polpa em frutos parcialmente maduros e de 5,12 mg de carotenóides/100g de polpa em frutos maduros. RODRIGUEZ-MAYA (2000) atribui essa variação dentro de uma mesma variedade às condições climáticas de plantio, cuidados na colheita e pós-colheita, condições de armazenamento, transporte e estocagem.

As coordenadas de cor L*, a* e b* também foram determinadas. Nessa escala, L* mede a luminosidade que varia de preto a branco, a* mede a variação de verde a vermelho e b* a variação de azul a amarelo. Para a polpa da manga, verificaram-se valores positivos de a* e b*, indicando tonalidades de vermelho e amarelo, respectivamente. Os valores positivos de a* e b* deve-se aos carotenóides encontrados na manga.

3.2 – Caracterização do produto desidratado

Na Tabela 2 apresentam-se as propriedades físico-químicas da manga desidratada a 60 e 70° C.

Tabela 2 - Valores médios das propriedades físico-químicas da manga desidratada.

Propriedades físico-químicas	Temperatura de secagem (°C)	
	60	70
Umidade, % b. u.	16,58	16,27
Acidez titulável, % ácido cítrico	1,78	1,52
pH	4,40	4,57
Atividade de água (A_w)	0,552	0,560
Carotenóides totais, mg/100g matéria fresca	14,02	15,83
Carotenóides totais, mg/100g matéria seca	16,79	18,91
L*	69,10	67,93
a*	14,58	14,77
b*	45,48	45,66

Observa-se que o teor de umidade referente às duas temperaturas de secagem encontra-se dentro da faixa de umidade final para frutas desidratadas, entre 15-25% (b.u.) (CABRAL et al., 1979; JAY, 1994; BARRUFALDI e OLIVEIRA, 1998).

A A_w encontrou-se abaixo de 0,60, o que caracteriza um alimento de baixa atividade de água, sendo por isso microbiologicamente estável e portanto adequada para a preservação da fruta desidratada.

A acidez titulável aumentou cerca de 6-7 vezes em relação a manga “in natura” uma vez que a remoção de água promove uma concentração do teor de ácidos na fruta seca. Segundo Stringheta (1991), citado por SANT’ANA (1995), a desidratação resulta numa concentração de solutos, de modo que proteínas, carboidratos, vitaminas e outros componentes estão presentes em maiores quantidades por unidade de peso no alimento desidratado do que no alimento fresco.

Entretanto, o pH da fruta desidratada praticamente não alterou em relação à manga “in natura”. Segundo McCARTHY et al. (1991) a concentração de ácido necessária para alterar o pH de um alimento depende das concentrações de sólidos

solúveis, proteínas e sais, capacidade tamponante desses componentes e do grau de ionização do ácido.

Comparando-se as temperaturas de secagem (60 e 70° C) praticamente não houve diferença em relação às propriedades físico-químicas avaliadas. Os valores de L* foram superiores no produto desidratado quando comparados com a manga “in natura”, havendo um aumento de 16,22 e de 18,22 % quando submetidos às temperaturas de 70 e 60° C, respectivamente. A intensidade de vermelho (valor a*) aumentou em 5,81 % a 60° C e 7,18 % a 70° C. Entretanto houve um decréscimo da intensidade do amarelo (valor b*) de 6,15 e de 5,78 %, para as temperaturas de 60 e 70° C, respectivamente.

Houve uma redução de 16,80 e 6,29 %, às temperaturas de 60 e 70° C, no teor de carotenóides totais em relação à manga “in natura”. Esse decréscimo deve-se a degradação que ocorreu durante a secagem devido a elevadas temperaturas e presença de oxigênio.

3.3 – Curva de secagem

O seguinte modelo de regressão não-linear foi considerado no presente estudo

$$U = U_0 \exp (-k t) + \varepsilon \quad (2)$$

Em que, U = teor de umidade em qualquer tempo de secagem; U₀ = umidade inicial; k = constante, t = tempo de secagem e ε = erro aleatório.

A Figura 1 mostra a perda de umidade durante a secagem referentes às temperaturas de 60 e 70 °C. Equações de regressão não-linear foram ajustadas para cada temperatura. A partir das equações obtidas os parâmetros U₀ e k foram estimados e o teste da razão de verossimilhança foi utilizado para verificar a igualdade desses parâmetros e a identidade do modelo (REGAZZI, 2002). A igualdade dos parâmetros foi testada indicando que não houve diferença significativa (p>0,05) entre as equações obtidas a 60 e 70 °C. Assim, a equação comum de regressão não-linear ajustada representa as duas temperaturas de secagem e está descrita na Figura 1.

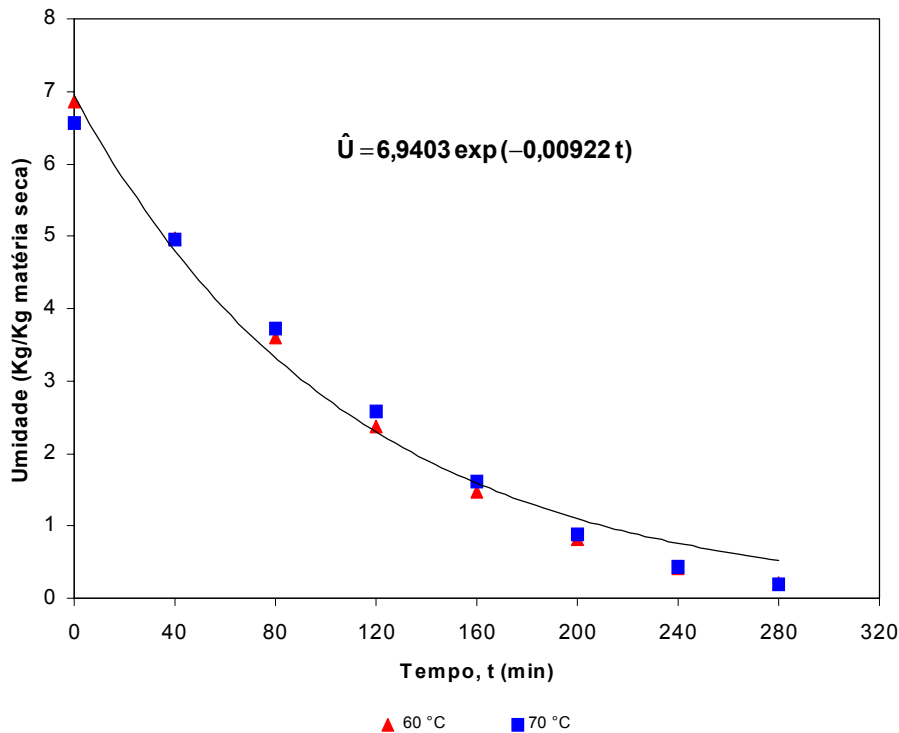


Figura 1 – Dados experimentais de perda de umidade com o tempo de secagem a 60 e 70 °C e a equação de regressão não-linear ajustada.

Através da equação ajustada é possível determinar o tempo necessário para desidratar fatias de manga até um teor de umidade final desejado nas condições de secagem estabelecidas.

3.4 – Alteração da cor durante a secagem

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) dos dados das coordenadas de cor L^* , a^* e b^* com o tempo de secagem não detectando efeito significativo ($p > 0,05$) de temperatura de secagem e da interação entre tempo de secagem e temperatura. Assim estudou-se o efeito do tempo de secagem, independentemente da temperatura, através da análise de regressão para cada variável.

A Figura 2 mostra a variação de L^* (luminosidade) com o tempo de secagem às temperaturas de 60 e 70° C e a equação de regressão ajustada aos dados experimentais. Observa-se um aumento da luminosidade com o tempo de secagem para ambas temperaturas. Segundo Matsuura (1994) citado por SANDI (1999), o aumento da luminosidade deve-se à destruição de carotenóides, proporcionando uma coloração mais clara.

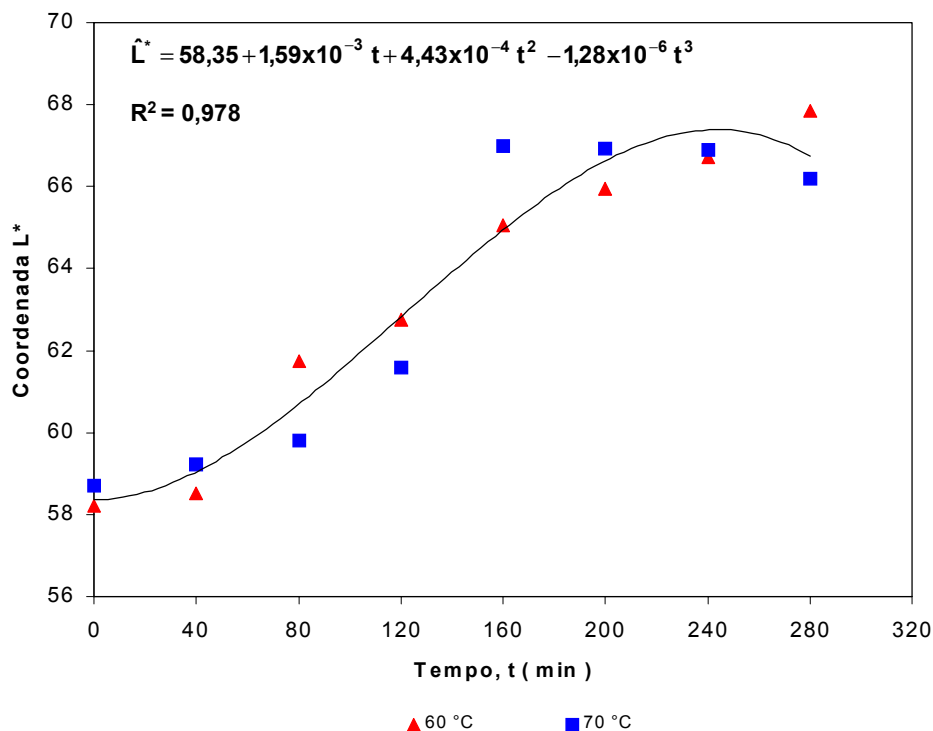


Figura 2 - Variação da coordenada L* durante a desidratação às temperaturas de 60 e 70 °C.

A Figura 3 mostra o comportamento da coordenada a* ao longo do tempo de secagem e a equação de regressão ajustada. Observa-se um aumento de a* com o tempo de secagem, significando um aumento da intensidade do vermelho.

A intensidade do amarelo (coordenada b*) reduziu, como pode ser observado pela Figura 4. Essa diminuição ocorre devido a degradação dos carotenóides responsáveis pela coloração amarela da manga.

Através das equações ajustadas é possível prever o comportamento das coordenadas L*, a* e b* durante o tempo de secagem da manga nas condições estabelecidas.

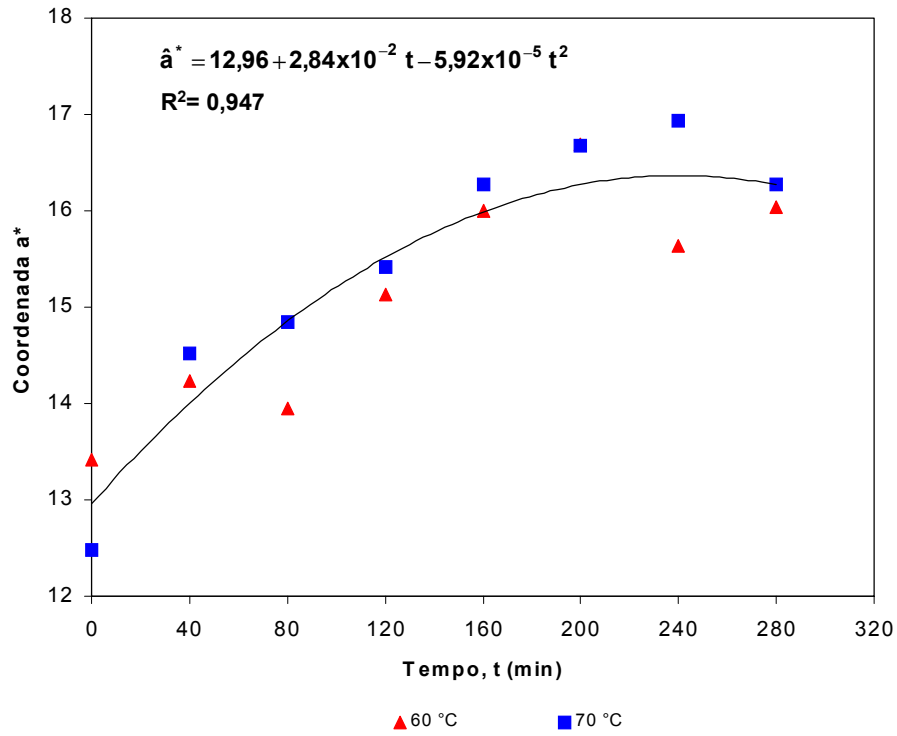


Figura 3- Variação da coordenada a* durante a desidratação às temperaturas de 60 e 70 °C.

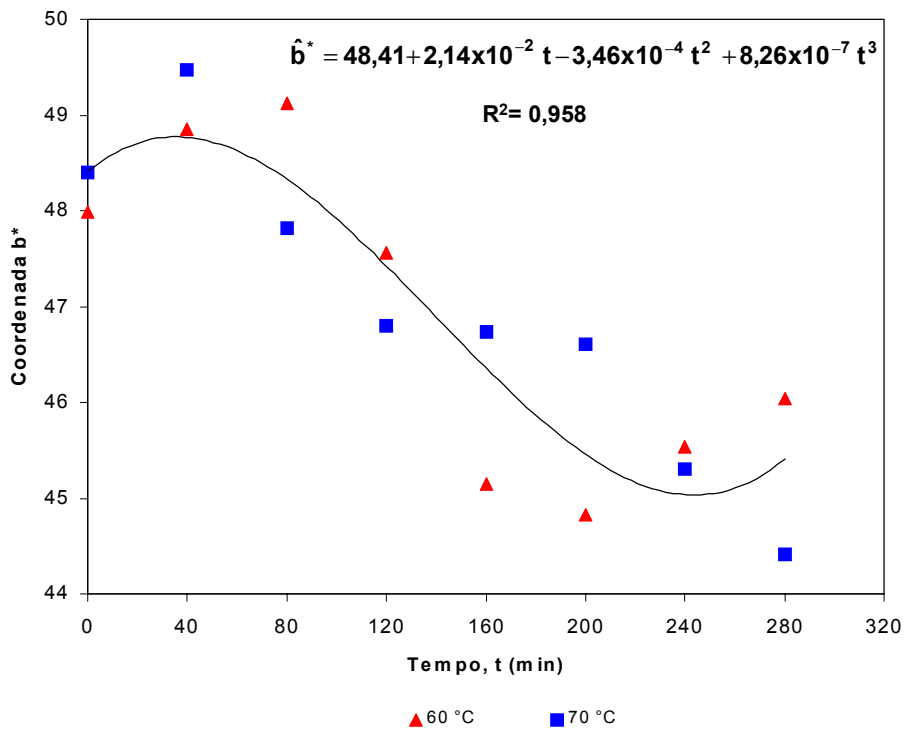


Figura 4 - Variação da coordenada b* durante a desidratação às temperaturas de 60 e 70 °C.

3.5 – Variação da atividade de água

A atividade de água (A_w) ao longo do tempo de secagem foi avaliada (Figura 5). Pode-se observar que a A_w diminui com o tempo de secagem uma vez que o teor de água é reduzido. Os valores para A_w ao final da secagem foram 0,593 e 0,568 para as temperaturas de 60 e 70°C, respectivamente.

A análise de variância (ANOVA) não detectou efeito significativo de temperatura de secagem ($p > 0,05$) e da interação entre tempo e temperatura ($p > 0,05$). Assim estudou-se o efeito do tempo de secagem, independentemente da temperatura, através da análise de regressão.

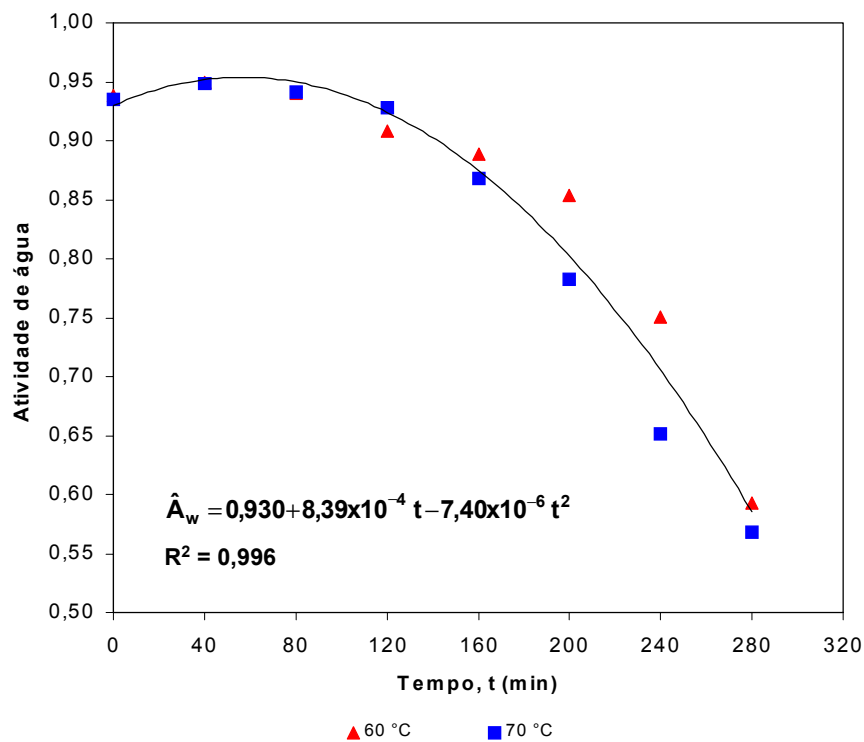


Figura 5 - Variação da atividade de água durante a desidratação às temperaturas de 60 e 70 °C.

3.6 - Variação da atividade de água com o teor de umidade.

O teor de umidade de um alimento em equilíbrio com o ar a uma determinada umidade relativa e temperatura é denominado teor de umidade de equilíbrio. A relação entre o teor de umidade de equilíbrio, a uma dada temperatura, e a umidade relativa não é linear e pode ser representada pela denominada isoterma de sorção. Assim, para uma determinada composição em matéria seca, à medida que o alimento aumenta seu conteúdo de água a A_w também aumentará, e vice-versa (UBOLDI EIROA, 1981; MUJUMDAR, 1997).

A Figura 6 mostra a isoterma de dessorção da manga desidratada obtida a 20 °C. As isotermas são caracterizadas por três regiões distintas, A, B e C, as quais indicam diferentes mecanismos de ligação da água com os constituintes do alimento. A região A ($A_w \leq 0,20$) corresponde a elevadas energias de ligação da molécula de água com a macromolécula do alimento. Na região B (A_w entre 0,20 e 0,60) as forças de ligação da água diminuem. Nesta região pequenas variações no teor de umidade promovem grandes alterações na A_w . Na região C ($A_w \geq 0,60$) as forças de ligação da água são mais fracas estando esta disponível para participação de reações e como solvente. Nesta região pequenas variações de A_w correspondem a elevadas variações de umidade (UBOLDI EIROA, 1981 e MUJUMDAR, 1997).

Na Figura 6 apenas as regiões B e C estão apresentadas. Observa-se pela inclinação da curva que para valores de A_w acima de 0,60 grandes alterações no teor de umidade do produto promovem pequenas variações de A_w . O inverso é verificado para valores abaixo de 0,60.

Pode-se observar, pela Figura 6, que para uma A_w de 0,751 o teor de umidade de equilíbrio do alimento é 0,42 Kg de água/Kg de matéria seca. Isto significa que durante o armazenamento a 20 °C em um ambiente com umidade relativa de 75,1 %, o teor de umidade de equilíbrio do alimento será 0,42 Kg de água/Kg de matéria seca. Se a umidade relativa do ambiente for reduzida, por exemplo, para 59,3 %, o produto perderá água para o ambiente até atingir o teor de umidade de 0,21 kg de água/kg de matéria seca.

Através das isotermas de dessorção é possível definir as condições de armazenamento de um determinado produto, evitando perdas excessivas de água e consequentemente o seu ressecamento.

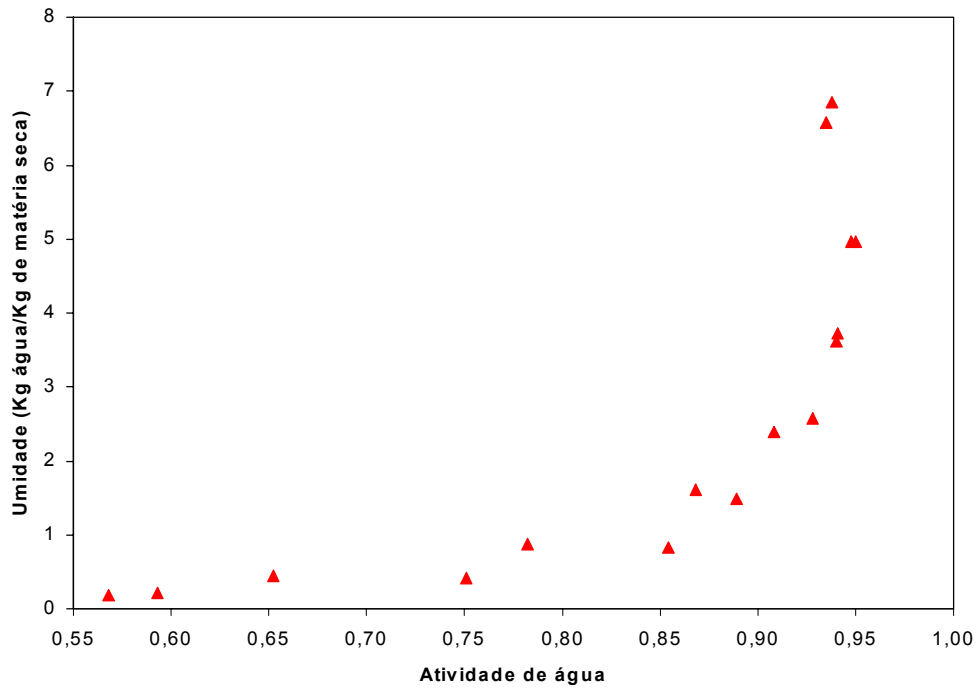


Figura 6 – Isotherma de dessorção da manga desidratada obtida a 20 °C.

4 - CONCLUSÕES

O modelo exponencial (equação 2) foi utilizado para obtenção das curvas de secagem, não constatando diferença significativa ($p>0,05$) entre as curvas obtidas a 60 e 70 °C, obtendo-se desta forma uma equação comum para as duas condições.

Verificou-se uma redução do teor de carotenóides totais no produto após a desidratação, indicando o início do processo oxidativo do pigmento.

O produto obtido caracterizou-se como sendo um produto de baixa atividade de água ($A_w \leq 0,60$), alcançando valores finais de 0,552 e 0,560 para as temperaturas de 60 e 70 °C, respectivamente.

As coordenadas L^* (luminosidade) e a^* (intensidade de vermelho) aumentaram durante o tempo de secagem, enquanto a coordenada b^* (intensidade de amarelo) reduziu.

Para as coordenadas de cor L^* , a^* e b^* e da A_w , não foi detectado efeito significativo ($p>0,05$) de temperatura de secagem e da interação entre tempo e temperatura. O efeito do tempo de secagem foi estudado através da análise de regressão.

Através das equações obtidas é possível prever as variações do teor de umidade, da cor e da atividade de água durante o tempo de desidratação da manga nas condições de secagem estabelecidas.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, J. A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Tecnology**, v.15, p. 207-225, 1999.
- ABDELHAQ, E. H.; LABUZA, T. P. Air drying characteristics of apricots. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 2, p. 342-345, 1987.
- BARRUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998, v. 3, 316p.
- BLEINROTH, E. W.; FIGUEIREDO, I. B.; VEIGA, A. A.; SOARES, N. B.; MEDINA, J. C.; SABINO, J. C. Avaliação de novas cultivares de manga para industrialização. I Análise das características físico-geográfica e químicas da matéria-prima. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, p. 217-246, 1985.
- BLEINROTH, E. W.; SIMÃO, S.; DE MARTIN, Z. J. et al. **Caracterização de variedades de manga para industrialização**. Campinas: ITAL, 1976. 78p. (Instruções Técnicas, 13).
- BOTREL, N. Manga: Variedades, qualidade e tecnologia pós- colheita. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 55-60, 1994.
- BRITTON, G. Carotenoids. In: CHARLWOOD, B.; BANTHORPE, D (Eds.). **Methods in plant biochemistry**, London: Academic Press, 1991. v. 7, p. 473-518.
- BRITTON, G. Carotenoids. In: HENRY, G. F. **Natural foods colorants**. New York: Blackie, 1992. p.141-148.
- CABRAL, A. C.; SALES, A. M.; TRAVAGLINI, D. E.; ARDITA, E. F. G.; SILVEIRA, E. T. F. S.; DELAZARI, I.; AGUIRRE, J. M.; TRAVAGLINI, M. M. E.; OKADA, M.; LEITÃO, M. F. F.; NETO, R. O. T.; PICCHI, V. **Curso de alimentos desidratados**. Campinas: ITAL, 1979. v. 2, 338p.
- CANO, M. P.; ANCOS, B. Carotenoid and carotenoid ester composition in mango fruit as influenced by processing method. **Journal of Agriculture Chemistry**, v. 42, p. 2737-2742, 1994.

- CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica L.*) var. Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 211-217, 1998.
- CARDELLO, H. M. A. B.; MORAES, M. A. C.; CARDELLO, L. Ácido ascórbico e ascorbato oxidase em manga (*Mangifera indica L.*) var. Haden processada e congelada. **Alimentos & Nutrição**, São Paulo, v. 5, p. 65-75, 1993/94.
- CHAUCA, C. N. M. **Avaliação dos Parâmetros de Qualidade Envolvidos na Desidratação da Banana (*Musa spp. Nanica (AAA)*)**. 2000. 76f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE. 1990. 293p.
- FELLOWS, P. J. **Food processing technology – Principles and practice**. 2. ed. New York, 2000. 575p.
- GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D.; GONÇALVES, J. R. A.; COELHO, S. R. M.; SILVA, T. G. Caracterização física e química dos frutos de cultivares de mangueira (*Mangifera indica L.*). **Ciência e Agrotécnica**, Lavras, v. 22, n. 1, p.72-78, 1998.
- GOWDA, I. N. D.; RAMANJANEYA, K. H.; IYER, C. P. A.; SUBRAMANYAM, M. D.; DINESH, M. R. Physico-chemical and processing quality of four new mango hybrids in comparison to two commercial cultivars. **Journal of Food Science and Technology**, v. 31, n. 5, p. 385-388, 1994.
- HERNÁNDEZ, J. A.; PAVÓN, G.; GARCÍA, M. A. Analytical solution of mass transfer equation considering shrinkage for modeling food – drying kinetics. **Journal of Food Engineering**, v. 45, p. 1-10, 2000.
- HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, p. 42-49, 1962.
- IMRE, L. Solar dryers. In: BAKER, C. G. J. **Industrial Drying of Foods**. 1. ed. London, 1997. p. 210-233.

- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533p.
- JAY, J. M. **Microbiología moderna de los alimentos**. 3. ed. Zaragoza: Acribia, 1994. p. 423-430.
- KALRA, S. K.; TANDON, D. K.; SINGH, B. P. Mango. In: SALUNKHE, D. K., KADAM, S. S. **Handbook of Fruit Science and Technology**: production, composition, storage and processing. 1995, p. 123- 167.
- MANICA, I. **Manga**: fruticultura tropical. São Paulo: CERES, 1981. 135p.
- McCARTHY, M. J.; HEIL, J. R.; KRUEGERMANN, C.; DESVIGNES, D. Acid requirement for pH modification of processed foods. **Journal of Food Science**, v. 56, n. 4, p. 973-976, 1991
- MELONI, P. L. S. **Estudos dos parâmetros operacionais na secagem de cenoura (*Daucus carota* L.)**. 1995. 67f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MERCADANTE, A. Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Effects of ripening, cultivar differences and processing on the carotenoid composition of mango. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p.128-130, 1998.
- MUJUMDAR, A. S. Drying fundamentals. In: BAKER, C. G. J. **Industrial Drying of Foods**. 1. ed. London, 1997.p. 7-30.
- NATIVIDADE FERRER, R. E. **Avaliação das características da polpa da manga (*Mangifera indica* L.) para elaboração e armazenamento de néctar**. 1987. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- NEWMAN, G. M.; PRICE, W. E.; WOOLF, L. A. Factors influencing the drying of prunes. 1- Effects of temperature upon the kinetics of moisture loss during drying. **Food Chemistry**, v. 57, n. 2, p 241-244, 1996.
- REGAZZI, A. J. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. **Revista Ceres**, v. 50, n. 287, p. 9-26, 2003.
- RODRIGUES, J. A. S.; PINHEIRO, R. V. R.; MANICA, I.; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Comportamento de dez variedades de manga (*Mangifera indica* L.) em

- Viçosa e Visconde do rio Branco, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v. 24, n. 136, p. 580-595, 1977.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Some considerations in generating carotenoid data for food composition tables. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.13, p. 641-647, 2000.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Stability of carotenoids during the storage of foods. In: CHARALAMBOUS, F. **Shelf life studies of food and beverages—chemical, biological, physical and nutritional aspects**. Amsterdam: Elsevier Science, 1993, p. 591-624.
- ROE, B.; BRUEMMER, J. H. Changes in pectic substances and enzymes during ripening and storage of Keitt mangos. **Journal of Food Science**, v. 46, p. 187-189, 1981.
- SANDI, D. **Efeito do Tratamento Térmico e do Armazenamento sobre a Qualidade Sensorial do Suco de Maracujá-Amarelo (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*)**. 1999. 153f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SANT'ANA, H. M. P. **Efeito do Método de Preparo Sobre a Estabilidade de Carotenóides em Cenoura (*Daucus carota* L.)**. 1995. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SAS. USER'S GUIDE: **basic and statistic**. Cary: 1995. 1686p.
- TOVAR, B.; GARCIA, H. S.; MATA, M. Physiology of pre-cut mango II – Evolution of organics acids. **Food Research International**, v. 34, p. 705–714, 2001.
- TRAVAGLINI, D. A.; NETO, M. P.; BLEIROTH, E. W.; LEITÃO, M. F. **Banana-Passa: princípios de secagem, conservação e produção industrial**. Campinas: ITAL/ Rede de Núcleos de Informação Tecnológica, 1993. 73p. (Manual Técnico, 12).
- UBOLDI EIROA, M. N. Atividade de água: influência sobre o desenvolvimento de microrganismos e métodos de determinação em alimentos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 353 - 383, 1981.

VAN ARSDEL, W. B.; BROWN, A. H. Drying rates and estimation of drier capacity. In:
VAN ARSDEL, W. B.; COPLEY, M. J.; MORGAN JÚNIOR, A. I. **Food
Dehydration**. 2. ed. Westport, Connecticut: The Avi Publishing Company Inc.,
1973. v.1, p. 1- 82.

AVALIAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE MANGA (*Mangifera indica* L.) VAR. TOMMY ATKINS DESIDRATADA DURANTE O ARMAZENAMENTO: ANÁLISES FÍSICO- QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS E SENSORIAIS.

RESUMO

Os atributos de qualidade da manga desidratada às temperaturas de 60 e 70 °C e embaladas à vácuo (-650mmHg) em PVDC e PETmet/PE foram avaliados mediante análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais ao longo de 120 dias de armazenamento à temperatura ambiente (25 ± 5 °C) e sob luz natural. A cada 30 dias avaliou-se as seguintes propriedades físico-químicas: teor de umidade, atividade de água (A_w), pH, acidez titulável (% ácido cítrico), cor (coordenadas L^* , a^* e b^*) e teor de carotenóides totais (mg/100g). O teor de umidade, pH e acidez titulável praticamente não sofreram alterações ao longo do armazenamento, para todas as combinações de temperatura de secagem e embalagem utilizada. A A_w sofreu um ligeiro aumento, entretanto manteve-se dentro da faixa adequada para frutas desidratadas, estando entre 0,605 e 0,625. A cor alterou-se durante o armazenamento, sendo verificada por meio das coordenadas L^* , a^* e b^* e pelo teor de carotenóides totais. As três coordenadas reduziram ao longo do tempo de armazenamento. A coordenada L^* (luminosidade) reduziu entre 8,0 e 9,3 % em todos os produtos. Verificou-se uma maior redução da intensidade de vermelho (coordenada a^*) no produto embalado em PETmet/PE. Dentre as coordenadas, a maior redução foi verificada na coordenada b^* (intensidade de amarelo), em média 29 %, em todos os produtos. A degradação de carotenóides foi a mesma para os quatro produtos referentes às combinações de temperatura de secagem (60 e 70 °C) e embalagem

utilizada (PETmet/PE e PVDC), seguindo uma reação de primeira ordem. O tempo de meia vida ($t_{1/2}$) do pigmento foi de 56,35 dias. A embalagem PETmet/PE, apesar de impedir a passagem da luz, não promoveu uma melhor retenção de carotenóides quando comparada com a embalagem transparente de PVDC. Esse resultado indica que provavelmente a luz natural não exerceu um efeito significativo sobre a degradação dos carotenóides na manga desidratada. O produto final foi analisado quanto à contaminação de bolores e leveduras e coliformes fecais estando em conformidade com os padrões microbiológicos referente a frutas desidratadas e liofilizadas estabelecidos pela Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. A aceitação sensorial dos quatro produtos foi avaliada, nos tempos 60 e 120 dias de armazenamento, através de testes sensoriais afetivos. Os resultados foram analisados por Mapa de Preferência Interno dos atributos sensoriais: cor, aroma, sabor e impressão global. O produto desidratado a 60 °C e embalado em PETmet/PE foi o menos aceito para todos os atributos avaliados, não satisfazendo portanto às exigências do consumidor. Já os produtos embalados em PVDC tiveram boa aceitação em relação a todos os atributos, sendo os preferidos em relação a cor, após 120 dias de armazenamento.

1 - INTRODUÇÃO

A vida de prateleira pode ser definida como o período de tempo transcorrido entre a produção e o consumo de um produto alimentício, na qual a aceitabilidade pelo consumidor e algumas características de qualidade devem ser mantidas. Estas características de qualidade podem ser avaliadas pelos atributos sensoriais (cor, aroma, sabor e textura), pela aparência, carga microbiana, pela absorção de componentes da embalagem e valor nutricional (SARANTÓPOULOS, OLIVEIRA e CANAVESI, 2001).

Durante o armazenamento, a oxidação de pigmentos, vitaminas e lipídios devido a presença de luz e oxigênio promovem alterações da cor e sabor, reduzindo a qualidade de frutas desidratadas. A redução do teor de oxigênio, temperatura de armazenamento adequada e ausência de luz, são procedimentos que reduzem o processo de oxidação em frutas.

As principais causas de deterioração da cor em frutas são reações oxidativas, reações entre açúcares redutores e aminoácidos (reação de Maillard) e a destruição dos pigmentos naturais, os quais degradam durante o aquecimento e estocagem seguindo uma reação de primeira ordem (LOZANO e IBARZ, 1997).

As reações de primeira ordem são as mais comuns e as mais estudadas em alimentos. Uma série de reações em alimentos seguem esses mecanismos, como a destruição de vitaminas e pigmentos durante o processamento e armazenamento; destruição de enzimas por aquecimento, entre outras (TEIXEIRA NETO, VITALI e QUAST, 1993).

Segundo HOLDSWORTH (1997) e LAROUSSE e BROWN (1997), as reações de primeira ordem são aquelas cuja velocidade de reação é proporcional à concentração das espécies reagentes e a constante de velocidade de reação, k , pode ser obtida pela equação:

$$\frac{-dC}{dt} = k.C \quad (1)$$

Integrando essa equação, tem-se que

$$\ln\left(\frac{C}{C_0}\right) = -k.t \quad (2)$$

ou $C = C_0 \exp(-k.t)$ (3)

em que C_0 e C representam as concentrações nos tempos 0 e t , respectivamente. A unidade de k é $[\text{tempo}]^{-1}$ e é independente da concentração.

Através do valor de k é possível determinar o tempo de meia vida ($t_{1/2}$), que representa o tempo necessário para alterar em 50 % a concentração inicial do pigmento, sendo calculado a partir da relação:

$$t_{1/2} = (\ln 2)/k \quad (4)$$

A reação de Maillard é uma reação envolvendo um açúcar redutor e grupos amina de aminoácidos, peptídios e proteínas, com formação do pigmento escuro denominado melanoidina. É uma reação que depende da temperatura, do pH, de agentes inibidores do escurecimento e da atividade de água. Ocorre à temperaturas elevadas, bem como em temperaturas reduzidas, entretanto a elevação da temperatura resulta no aumento rápido do escurecimento. Essa reação é intensa na faixa de pH 3 a 8 atingindo o máximo na faixa alcalina. O escurecimento é maior em valores intermediários de A_w entre 0,5 e 0,8. Em baixas atividades de água a reação ocorre lentamente devido à inadequada mobilidade dos reagentes, entretanto, para atividades de água muito elevadas, a adição de água inibe a reação devido a diluição desses reagentes (ARAÚJO, 1999).

Os carotenóides são importantes constituintes dos alimentos devido à sua cor, ao seu valor nutricional, como pró-vitamina A, e seus efeitos benéficos à saúde exercendo um papel fundamental na prevenção de doenças, como o câncer, aterosclerose e formação de catarata (Sandstrom et al., 1994 e Weisburger, 1998 citados por ARIAS et al., 2000).

Os carotenóides são estruturas alifáticas ou alifáticas - alicíclicas compostas de geralmente oito unidades isoprenóides (C_5H_8), formando uma cadeia com uma série de duplas conjugadas. São absorvedores de energia luminosa, transportadores de oxigênio e fornecem coloração de amarelo claro a vermelho escuro. Se complexados com proteínas, colorações verde e azul podem ser obtidas (BAUERNFEIND, 1972; SPEEK, SPEEK-SAICHUA e SCHREURS, 1988; FAULKS e SOUTHON, 2001).

A oxidação de carotenóides é uma das maiores causas da perda de cor de frutas durante o armazenamento, sendo acelerada pela exposição à oxigênio, luz, temperatura e presença de catalisadores metálicos. São oxidados pelo mecanismo de radicais livres, mas não são afetados por substâncias redutoras como ácido ascórbico (Bobbio e Bobbio, 1984 citados por SARANTÓPOULOS, OLIVEIRA e CANAVESI, 2001).

Os microrganismos e suas toxinas desenvolvem-se em A_w diferentes. Frutas secas são produtos que apresentam baixa A_w , geralmente em torno de 0,6. Bactérias patogênicas não podem crescer em valores baixos de A_w , mas alguns microrganismos, como os xerófilos, halófilos e osmófilos podem se desenvolver (UBOLDI EIROA, 1981 e INTERNATIONAL..., 1980).

O sabor e o aroma podem ser alterados durante o armazenamento em função de oxidação de alguns compostos, perda dos voláteis e/ou absorção de aromas indesejáveis que permeiam pela embalagem. Uma das formas de reduzir as perdas de aroma é a redução do espaço-livre das embalagens, minimizando a volatilização dos componentes (SARANTÓPOULOS, OLIVEIRA e CANAVESI, 2001).

Com o objetivo de preservar durante a estocagem as características do produto desidratado torna-se fundamental o uso de embalagens adequadas. A função da embalagem é minimizar ou impedir a passagem de vapor de água e oxigênio atmosférico para o seu interior, evitando o aumento da atividade de água do alimento com conseqüente crescimento microbiano (bolors e leveduras) e outras reações químicas e enzimáticas (CABRAL e ALVIM, 1981).

Os materiais flexíveis plásticos constituem uma excelente opção para embalagem de produtos alimentícios desidratados. Alguns filmes plásticos utilizados no acondicionamento de alimentos desidratados são as poliolefinas (polietileno e polipropileno), por serem plásticos com alta barreira ao vapor d'água, podendo ser utilizadas em filmes simples ou laminados (CABRAL e ALVIM, 1981; SARANTÓPOULOS, OLIVEIRA e CANAVESI, 2001).

No caso de produtos sensíveis ao oxigênio a embalagem deverá oferecer barreira ao oxigênio e algumas alternativas são o PVDC (polivinildicloro), os laminados de PET/PE (polietileno tereftalato + polietileno), BOPP/PE (polipropileno biorientado+polietileno), entre outras (SARANTÓPOULOS, OLIVEIRA e CANAVESI, 2001).

Quando o produto é sensível à oxidações, é necessário também uma barreira à luz que pode ser obtida com o uso de absorvedores de luz ultravioleta, laminação de filmes com a folha de alumínio ou a metalização. O PET/Al/PE (polietileno tereftalato + camada de alumínio + polietileno) e PETmet/PE (polietileno tereftalato metalizado + polietileno) são alguns exemplos de filmes que protegem o produto da luz, sendo muito utilizados em alimentos desidratados (SARANTÓPOULOS, OLIVEIRA e CANAVESI, 2001).

A especificação de embalagens para frutas desidratadas requer conhecimento

do nível de proteção oferecido pela embalagem. O método tradicional para tal avaliação consiste do acondicionamento do produto na embalagem, estocagem e análises periódicas para avaliação da deterioração do produto e/ou aceitabilidade sensorial (SARANTÓPOULOS, OLIVEIRA e CANAVESI, 2001). Para estimar a vida de prateleira de um produto, medidas instrumentais e sensoriais ao longo do armazenamento são realizadas.

A avaliação do grau de alteração da cor em alimentos pode ser realizada de diferentes formas. Uma das melhores formas é a utilização de painéis sensoriais, que refletem a percepção visual humana e a aceitação do produto. Entretanto o controle de qualidade diário feito pelas indústrias exige uma forma mais rápida e direta, substituindo o julgamento humano por análises químicas e colorimétricas (Trant et al., 1981; citados por BERSET e CANIAUX, 1983).

A determinação do teor de pigmentos pode indicar a magnitude dos danos do alimento durante o processamento e estocagem, mas não informa o estado físico do produto, especialmente se a distribuição da cor não é uniforme na superfície do alimento ou quando surgem colorações adicionais, como pigmentos escuros decorrentes de reações de escurecimento. Em contraste, medidas instrumentais da cor são técnicas de fácil manuseio e têm sido utilizadas como meios de obter medidas válidas e objetivas da cor (BERSET e CANIAUX, 1983).

O sistema de coordenadas, como o CIE lab e Hunter são os de maior importância para medida instrumental. De acordo com os conceitos do CIE, o olho humano possui três receptores de cor (vermelho, verde e azul) e todas as outras cores são combinações destas (ABBOTT, 1999). O método proposto pela CIE, definido em 1976, baseia-se num espaço tridimensional de modo que cada cor é representada por um único ponto nesse espaço. É definido pelas coordenadas $L^* a^* b^*$, onde:

- Eixo L^* : representa a luminosidade numa escala de 0 (preto) a 100 (branco).
- Eixo a^* : representa uma escala de tonalidades de vermelho ($0+a$) a verde ($0-a$).
- Eixo b^* : representa uma escala de tonalidades de amarelo ($0+b$) a azul ($0-b$).

Devido a conveniência e a facilidade em usar medidas de cor ao invés de métodos químicos, vários estudos têm relacionado as coordenadas de cor com o teor de pigmentos em diferentes alimentos. PESEK e WARTHESEN (1987) estudaram a degradação de carotenóides em sucos de tomate e cenoura expostos a luz,

verificando um decréscimo da coordenada b^* com o tempo de armazenamento, devido a fotodegradação dos pigmentos amarelos, α - e β -carotenos.

Análises de umidade, acidez e atividade de água devem ser realizadas a fim de verificar a eficiência da embalagem em proteger o produto. O ganho de umidade promove alterações na textura e aumenta a atividade de água, favorecendo reações de oxidação, enzimáticas, não-enzimáticas e desenvolvimento de microrganismos, acelerando a deterioração do produto.

As características sensoriais devem ser preservadas ao longo do armazenamento. A análise sensorial é utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características de alimentos e outros materiais da forma como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (STONE e SIDEL, 1993).

Testes afetivos são testes em que atitudes subjetivas dos consumidores, tais como aceitação e preferência de um produto são medidas por meio de seleção, ordenação ou pontuação das amostras. Para medir a aceitação/preferência a escala hedônica de nove pontos é o método sensorial mais utilizado. Testes de aceitação em nível laboratorial geralmente são realizados com 25 a 50 julgadores (STONE e SIDEL, 1993).

As metodologias tradicionais para analisar testes afetivos têm mostrado limitações e deficiências. Geralmente os produtos são comparados por ANOVA (análise de variância univariada) e teste de comparação de média. Assim para cada produto obtém-se a média do grupo de consumidores que testaram o produto. Segundo POLIGNANO, DRUMOND e CHENG (1999) esta análise global considerando conjuntamente as avaliações de todos os consumidores desconsidera a individualidade de cada um, assumindo que todos os respondentes possuem o mesmo comportamento.

O mapa de preferência é um procedimento estatístico multidimensional que considera a individualidade de cada consumidor. Pode ser dividido em duas categorias, análise interna ou análise de preferência multidimensional (MDPREF) e análise externa (HELGENSEN, SOLHEIN e NAES, 1997). A diferença básica entre os dois é que o primeiro utiliza dados de aceitação/preferência, e o segundo faz uso de informações analíticas (POLIGNANO, DRUMOND e CHENG, 2000).

O Mapa de Preferência Interno (MDPREF) é uma Análise de Componentes Principais (ACP), em que os dados de aceitação/preferência são arranjados numa matriz de produtos (em p linhas) e indivíduos (em n colunas), que é reduzida em um

pequeno número de componentes independentes, minimizando a perda da informação (variação) original. O MDPREF identifica a principal variação dentro dos dados de preferência e extrai a primeira dimensão de preferência. As demais dimensões (ortogonais entre si) são extraídas até que toda a variação dos dados de aceitação seja explicada (GREENHOFF e MACFIE, 1994).

O resultado é um gráfico onde o conjunto de produtos são representados por pontos (scores) e os consumidores por vetores (cargas ou “loadings” das componentes), cuja direção indica a preferência. (GREENHOFF e MACFIE, 1994; POLIGNANO, DRUMOND e CHENG, 2000).

Os objetivos do presente estudo foram avaliar os atributos de qualidade da manga desidratada embaladas em PVDC (polivinildicloro) e PETmet/PE (polietileno tereftalato metalizado + polietileno) ao longo de 120 dias de armazenamento, mediante análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

2- MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Delineamento experimental

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado com três repetições.

2.2 – Processo de secagem

Fatias de manga var. Tommy Atkins foram desidratadas em secadores de bandejas utilizando-se duas temperaturas de secagem: 60 e 70 °C, com uma velocidade fixa de ar de secagem (1m/s), até um teor de umidade de 15-20%.

2.3 – Embalagens utilizadas

Após a secagem o produto foi caracterizado (tempo zero de armazenamento) e então as amostras de manga foram divididas em porções de 50 g e embaladas à vácuo (-650 mmHg) em dois tipos de embalagem: PVDC (polivinildicloro) e PETmet/PE (polietileno tereftalato metalizado + polietileno) com 60 e 50 µm de espessuras, respectivamente.

O PVDC caracteriza-se por ser um filme com baixa permeabilidade ao vapor de água e oxigênio, é transparente permitindo o contato da luz com o produto. O PETmet/PE possui também baixa permeabilidade ao vapor de água e oxigênio, mas é opaco, não permitindo a passagem de luz.

As amostras de manga desidratada, devidamente embaladas, foram estocadas à temperatura ambiente (25 ± 5 °C) e sob luz natural por um período de 120 dias.

2.4 – Análises físico-químicas

Avaliações físico-químicas (teor de umidade, pH, acidez titulável, atividade de água (A_w), coordenadas de cor (L^* , a^* e b^*) e carotenóides totais) foram realizadas no tempo zero e a cada 30 dias, por um período de 120 dias. Uma unidade (embalagem com 50 g de manga) referente a cada uma das combinações (temperatura de secagem e embalagem) foi utilizada em cada tempo para a realização das análises.

2.4.1 – Teor de umidade

O teor de umidade foi determinado em estufa a 105 °C, pela técnica

gravimétrica, baseando-se na perda de peso das amostras até peso constante, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.4.2 – pH

O pH foi determinado por potenciometria, utilizando-se um pHmetro Digimed DM 20, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). Uma amostra de 5 g foi triturada em 100 mL de H₂O destilada até obtenção de uma mistura homogênea, e então realizada leitura direta do pH.

2.4.3 – Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada por titulometria utilizando-se 5 g de amostra, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985). A amostra foi triturada em 100 mL de H₂O destilada e submetida à titulação com uma solução de NaOH 0,1N, utilizando fenolftaleína como indicador. O resultado foi expresso em % ácido cítrico.

2.4.4 – Atividade de água (A_w)

A atividade de água foi determinada a 20 °C por meio de um instrumento denominado AQUALAB, modelo CX2.

2.4.5 – Cor

A cor foi avaliada utilizando-se um colorímetro modelo ColorQuest II (Sphere) (“Hunter Lab Reston”, VA), conectado a um computador provido do sistema software Universal.

Para cálculo das coordenadas de cor, foi estabelecido o iluminante D65 (luz do dia 6500K) e o ângulo de 10° para o observador e a escala do sistema de cor CIE Lab.

As fatias de manga desidratada (cerca de quatro fatias em cada leitura) eram colocadas em uma placa de vidro, evitando sobreposições e realizadas as leituras de reflectância diretamente.

2.4.6 – Carotenóides totais

A determinação de carotenóides totais foi feita, em duplicata, adaptando-se a metodologia descrita por HIGBY (1962).

Uma amostra de 5 g de manga foi triturada em uma solução extratora contendo 30 mL de álcool isopropílico e 10 mL de hexano, por um período de 10 min e então

submetida a filtragem à vácuo. Este procedimento foi repetido para a mesma amostra por duas vezes, obtendo-se um filtrado de cor clara, garantido a extração de todo carotenóide. Após a extração, a solução foi transferida quantitativamente para um funil de separação (250 mL), adicionando de solução salina (1% de NaCl) até um volume final de 180 - 200 mL. A mistura foi agitada em redemoinhos e deixada em repouso por 30min. A seguir a parte incolor foi descartada e novamente adicionada a solução salina. Esse procedimento foi repetido até que todo o álcool isopropílico fosse extraído com a água, totalizando em torno de sete lavagens. Após a separação, o hexano contendo os carotenóides foi transferido quantitativamente para um balão volumétrico de 250 mL, passando por uma pequena camada de algodão contendo sulfato de sódio anidro e concentrado em um rota-vapor à temperatura de 35- 37 °C até a evaporação de todo hexano. Foi então ressuspensa em uma solução com 2 mL de acetona e 18 mL de hexano.

A absorvância da solução de carotenóides foi medida a 450 nm, utilizando um espectrofotômetro ultravioleta/visível modelo Hitachi 2001U.

Os teores de carotenóides totais, expressos em mg/100g de amostra foram calculados pela equação:

$$\text{Carotenóides totais (mg / 100 g de amostra)} = \frac{A_{450} \times 100 \times f}{250 \times L \times W} \quad (5)$$

Em que: Coeficiente de absorvância = 250 L/g.cm, L = comprimento da célula (cm), W = quantidade da amostra (g) no volume final da diluição , f = fator de diluição.

2.5 – Análise microbiológica

As análises de coliformes totais e fecais e bolores e leveduras foram feitas segundo técnicas descritas pela AMERICAN PUBLIC HEALTH- APHA (1992), nos tempos zero, 60 e 120 dias de armazenamento, a fim de verificar a qualidade microbiológica do produto final.

As amostras foram diluídas 1/10, homogeneizadas por cinco minutos e então feitas diluições de 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} em água peptonada. Para coliformes totais e fecais utilizou-se a técnica do número mais provável (NMP), transferindo uma alíquota da 1 mL de cada diluição para tubos de ensaio contendo 10 mL de caldo verde brilhante e tubos de Durham. A incubação foi feita em estufa à 37 °C por 48 horas.

Para bolores e leveduras, alíquotas de 1 mL de cada diluição foram plaqueadas em profundidade em meio batata-dextrose-ágar (BDA), acidificado para pH 3,5 com

ácido tartárico 0,1%. A incubação foi feita a 25 °C por um período de cinco dias.

Os resultados foram comparados com os padrões microbiológicos referente a frutas desidratadas e liofilizadas estabelecidos pela Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (ANVISA, 2001).

2.6 – Análise Sensorial

2.6.1 – Teste de aceitação

Para avaliar a aceitação da manga desidratada ao longo do armazenamento foram realizados testes de aceitação. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa.

Foi utilizada uma equipe de 53 provadores não treinados (16 do sexo masculino e 38 do sexo feminino), na faixa etária de 18 a 40 anos. Todos os provadores provaram as quatro amostras referentes a duas temperaturas de secagem (60 e 70 °C) e dois tipos de embalagem (PVDC e PET met/PE), nos tempos de 60 e 120 dias de armazenamento, com três repetições.

A aceitabilidade em relação aos atributos sensoriais cor, aroma, sabor e impressão global, foi avaliada utilizando-se escala hedônica de nove pontos, como descrito da Figura 1. Os testes foram conduzidos em cabines individuais, sob luz branca. As amostras foram servidas monadicamente, à temperatura ambiente, em copos de 50 mL contendo cerca de 1 g de manga desidratada.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – Alterações físico - químicas durante o armazenamento

A Tabela 1 apresenta os valores médios obtidos das propriedades físico-químicas da manga após a desidratação (tempo zero) e embaladas em PVDC e PETmet/PE, por 120 dias. Observa-se que o pH, acidez, teor de umidade e atividade de água sofreram pequenas variações, indicando uma boa conservação do produto com relação a essas propriedades. Entretanto o teor de carotenóides totais e as coordenadas de cor L^* , a^* e b^* sofreram maiores variações ao longo do armazenamento.

Observa-se pela Figura 2 que houve um ligeiro aumento do pH nos primeiros 90 dias, mas reduzindo-se após 120 dias de estocagem, exceto para a combinação 70 °C + PVDC, que manteve-se constante. O pH final permaneceu próximo aos valores iniciais, estando entre 4,38 e 4,55, sendo ideal para conservação do produto, principalmente, com relação ao crescimento microbiano.

A acidez sofreu pequenas variações ao longo do armazenamento (Figura 3). A maior variação foi verificada no produto embalado em PETmet/PE, havendo um aumento de 8,43 e 15,13 % no produto desidratado a 60 e 70 °C, respectivamente, após 120 dias. No produto embalado em PVDC a variação foi menor com um aumento de 5,26 % quando desidratados a 70 °C e uma redução de 6,18 % quando desidratados a 60 °C.

Em relação ao teor de umidade, praticamente não houve alteração, como pode ser verificado pela Figura 4, constatando a eficiência das embalagens utilizadas como barreiras ao vapor de água.

Na Figura 5, observa-se que em todos os produtos houve um aumento similar da A_w , havendo acréscimos em média de 10,70%. Entretanto apesar do ligeiro aumento da atividade de água, após 120 dias os valores alcançados permaneceram dentro da faixa adequada para frutas desidratadas, estando entre 0,605 e 0,625. Verifica-se que durante o armazenamento o teor de umidade permaneceu praticamente constante em todos os produtos, entretanto, a atividade de água sofreu um ligeiro aumento. Isto ocorre porque nessa faixa de atividade de água, entre 0,20-0,60, pequenas variações no teor de umidade do alimento promove grandes variações na A_w . Esse fato pode ser verificado pelas isotermas de sorção (UBOLDI EIROA, 1981; MUJUMDAR, 1997).

Tabela 1 – Valores médios das propriedades físico-químicas durante o armazenamento de manga desidratada a 60 e 70° C, embaladas em PETmet/PE e PVDC

Temperatura de secagem e embalagem utilizada	Propriedades físicas e químicas							
	pH	Acidez (% ácido cítrico)	Umidade (%)	A _w	Carotenóides totais (mg/100g mat. seca)	L*	a*	b*
Tempo zero de armazenamento								
60° C	4,40	1,78	16,58	0,552	16,79	69,10	14,58	45,48
70° C	4,57	1,52	16,27	0,560	18,91	67,93	15,10	45,66
30 dias de armazenamento								
60° C + PETmet/PE	4,48	1,79	15,52	0,555	9,48	64,59	12,94	37,42
60° C + PVDC	4,55	1,58	15,76	0,579	9,38	64,87	13,93	38,21
70° C + PETmet/PE	4,49	1,59	16,90	0,598	8,42	64,01	13,63	37,23
70° C + PVDC	4,61	1,43	16,43	0,595	9,69	63,10	13,74	36,67
60 dias de armazenamento								
60° C + PETmet/PE	4,58	1,57	16,17	0,627	6,11	63,15	12,87	35,30
60° C + PVDC	4,54	1,65	16,52	0,620	8,58	63,14	13,54	35,49
70° C + PETmet/PE	4,65	1,50	16,28	0,609	6,87	63,79	12,55	34,91
70° C + PVDC	4,62	1,44	15,66	0,609	8,33	62,94	13,73	35,34
90 dias de armazenamento								
60° C + PETmet/PE	4,60	1,67	16,31	0,620	4,73	63,10	11,58	32,89
60° C + PVDC	4,58	1,80	16,31	0,615	6,72	61,45	13,54	32,83
70° C + PETmet/PE	4,68	1,73	16,41	0,625	5,40	63,10	11,83	33,28
70° C + PVDC	4,59	1,85	16,15	0,605	7,21	62,67	13,23	34,20
120 dias de armazenamento								
60° C + PETmet/PE	4,38	1,93	16,20	0,614	4,83	63,02	10,96	32,27
60° C + PVDC	4,49	1,67	15,09	0,605	5,89	62,98	12,07	32,89
70° C + PETmet/PE	4,55	1,75	15,76	0,625	3,86	62,43	11,40	31,56
70° C + PVDC	4,54	1,60	15,69	0,618	5,89	61,60	13,02	32,06

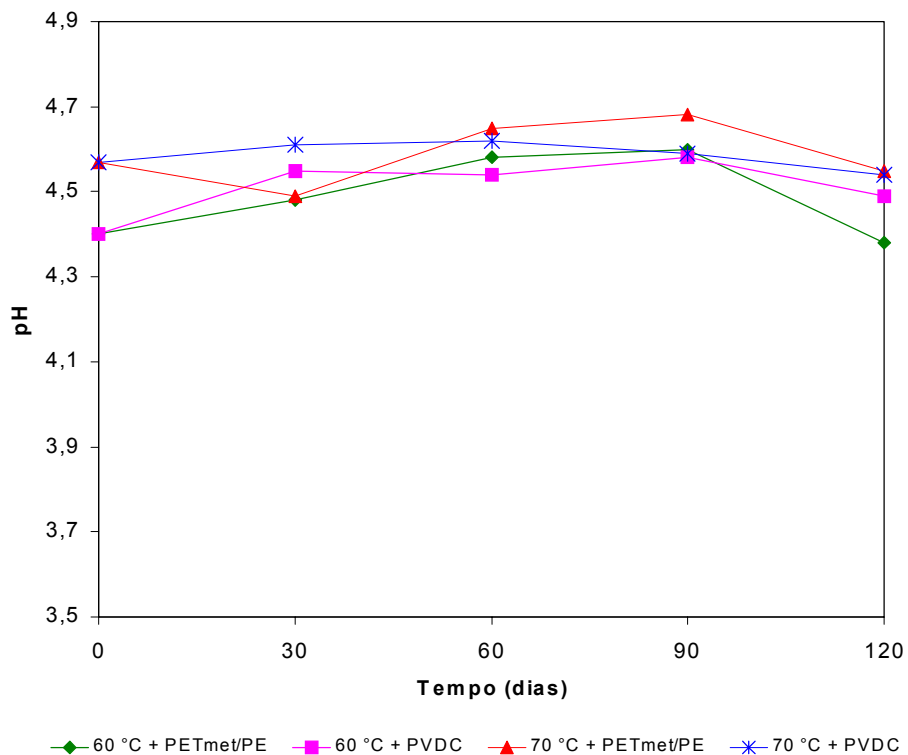


Figura 2 - Variação do pH da manga desidratada a 60 e 70 °C e embalada em PETmet/PE e PVDC durante o armazenamento.

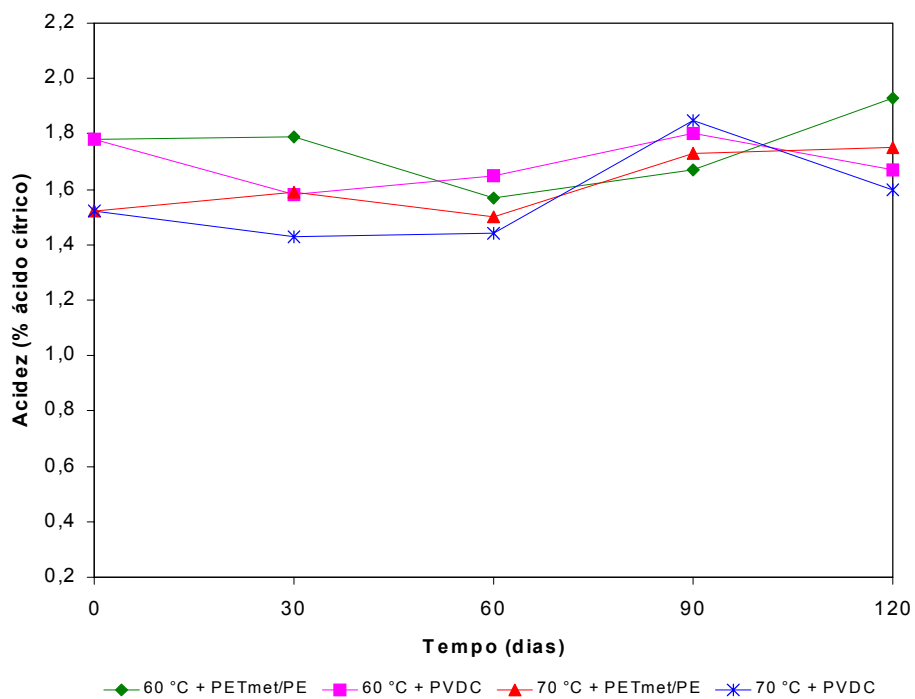


Figura 3 - Variação da acidez da manga desidratada a 60 e 70 °C e embalada em PETmet/PE e PVDC durante o armazenamento.

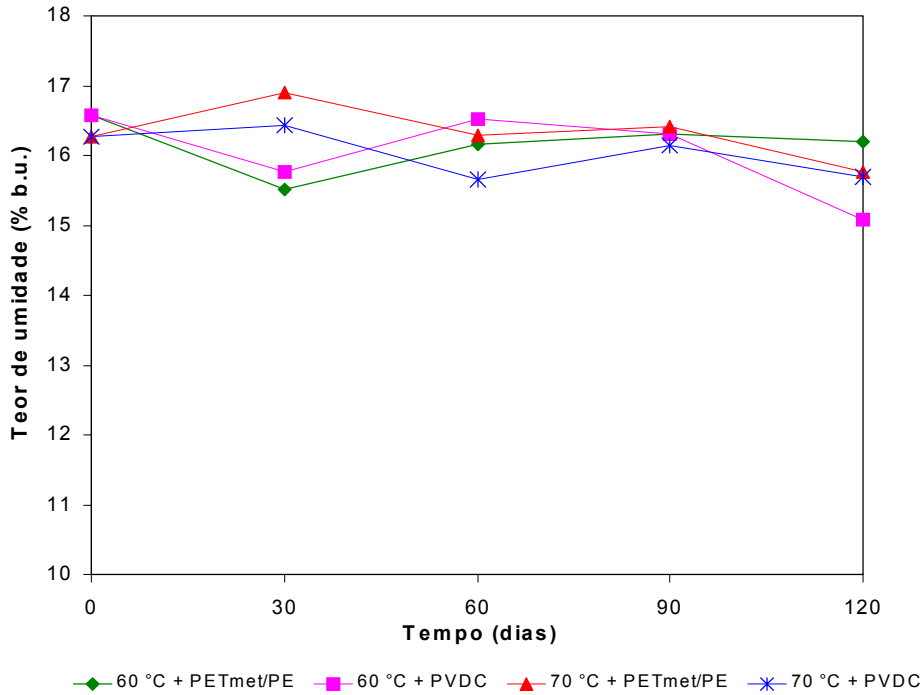


Figura 4 - Variação do teor de umidade da manga desidratada a 60 e 70 °C e embalada em PETmet/PE e PVDC durante o armazenamento.

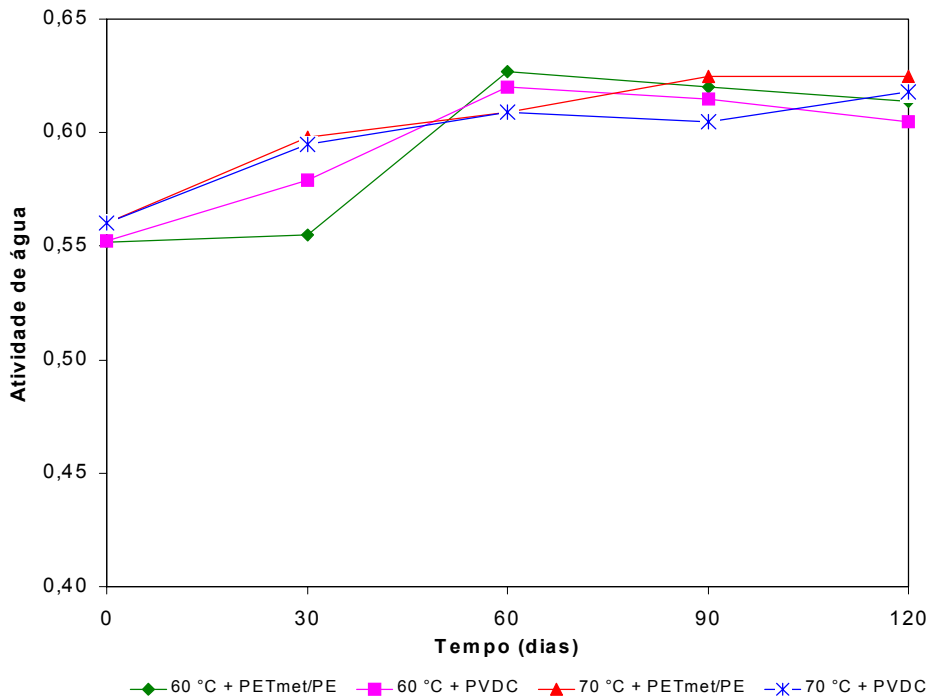


Figura 5 - Variação da atividade de água da manga desidratada a 60 e 70 °C e embalada em PETmet/PE e PVDC durante o armazenamento.

As Figuras 6, 7 e 8 apresentam o comportamento das coordenadas de cor, L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo) referentes

às temperaturas de secagem (60 e 70° C) e embalagens utilizadas (PETmet/PE e PVDC) durante o armazenamento.

O valor de L* (Figura 6) diminuiu com o tempo de armazenamento para todos os tratamentos (entre 8 e 9,3 %). Sapers e Douglas (1987), citados por LOZANO e IBARZ (1997) reportaram que em maçãs, o decréscimo da coordenada L* está diretamente correlacionado com o escurecimento. Essa redução de L* pode estar relacionada com o aparecimento de compostos resultantes do escurecimento não-enzimático, como a reação de Maillard. Tal reação ocorre lentamente à temperatura ambiente requerindo cerca de dez semanas para promover um escurecimento significativo. Outras reações de escurecimento não-enzimático que podem ter contribuído para a redução da luminosidade são as reações oxidativas. O ácido ascórbico e compostos fenólicos podem ser oxidados na ausência de enzimas oxidativas com subseqüentes reações de polimerização formando pigmentos escuros (Wong e Stanton, 1993; Beveridge e Harrison, 1987; Singleton, 1987; citados por BEVERIDGE e WEINTRAUB, 1995).

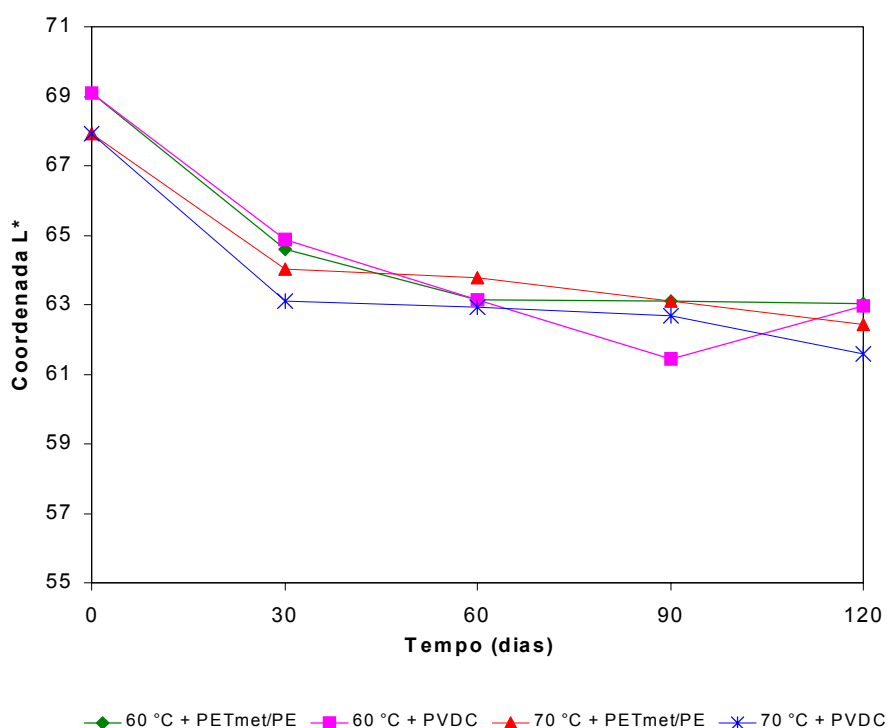


Figura 6 - Variação da coordenada L* (luminosidade) da manga desidratada a 60 e 70 °C e embalada em PETmet/PE e PVDC durante o armazenamento.

BEVERIDGE e WEINTRAUB (1995), verificaram escurecimento em maçãs desidratadas ao longo do armazenamento atribuindo tal efeito a oxidações não-

enzimática dos compostos fenólicos. Segundo BOLIN e STEELE (1987) a velocidade do escurecimento em maçãs desidratadas embaladas em atmosfera com baixa concentração de oxigênio é bastante reduzida uma vez que 60-70% do escurecimento não-enzimático ocorrem devido as reações oxidativas e 20-30% devido a reações não-oxidativas.

A intensidade de vermelho (coordenada a^*) também diminuiu ao longo do armazenamento (Figura 7). Houve uma maior redução para o produto embalado em PETmet/PE (24,83 e 24,50%) quando comparado com o embalado em PVDC (17,22 e 13,78 %), referentes às temperaturas de secagem de 60 e 70 °C, respectivamente. A redução na intensidade de vermelho pode ser associada a degradação dos carotenóides .

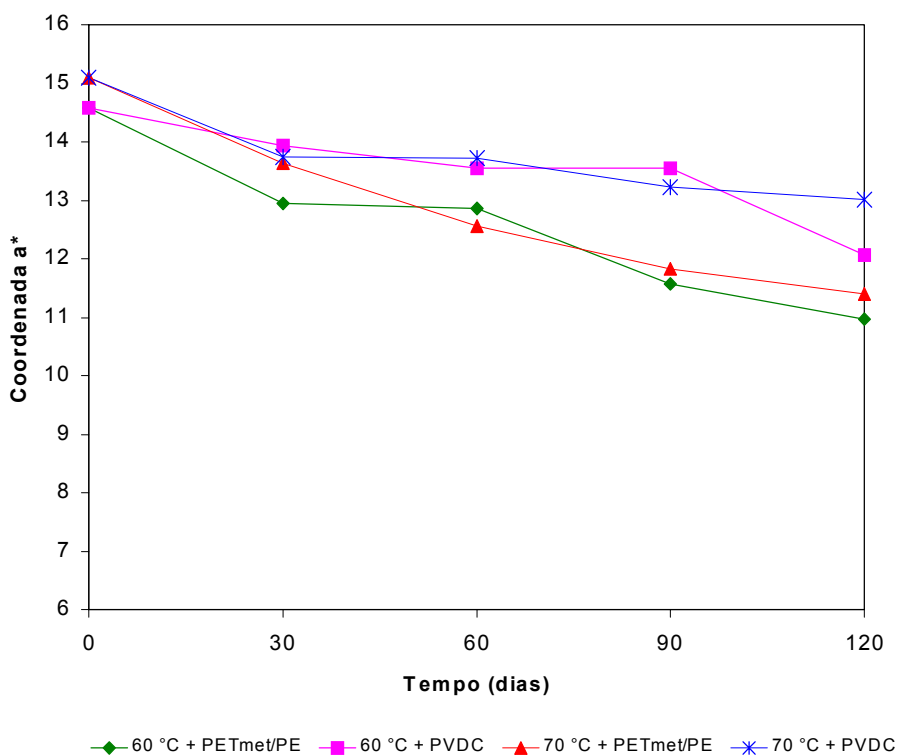


Figura 7 - Variação da coordenada a^* (intensidade de vermelho) da manga desidratada a 60 e 70 °C e embalada em PETmet/PE e PVDC durante o armazenamento.

A intensidade do amarelo (valor b^*) reduziu durante a estocagem de forma semelhante em todos os produtos (em média 29%), não havendo diferença entre as quatro combinações de temperatura de secagem (60 e 70 °C) e embalagem (PETmet/PE e PVDC) na redução dessa coordenada (Figura 8). Entretanto, essa redução foi mais acentuada comparando-se com as demais coordenadas, ocorrendo principalmente devido a degradação dos carotenóides responsáveis pela coloração característica da manga.

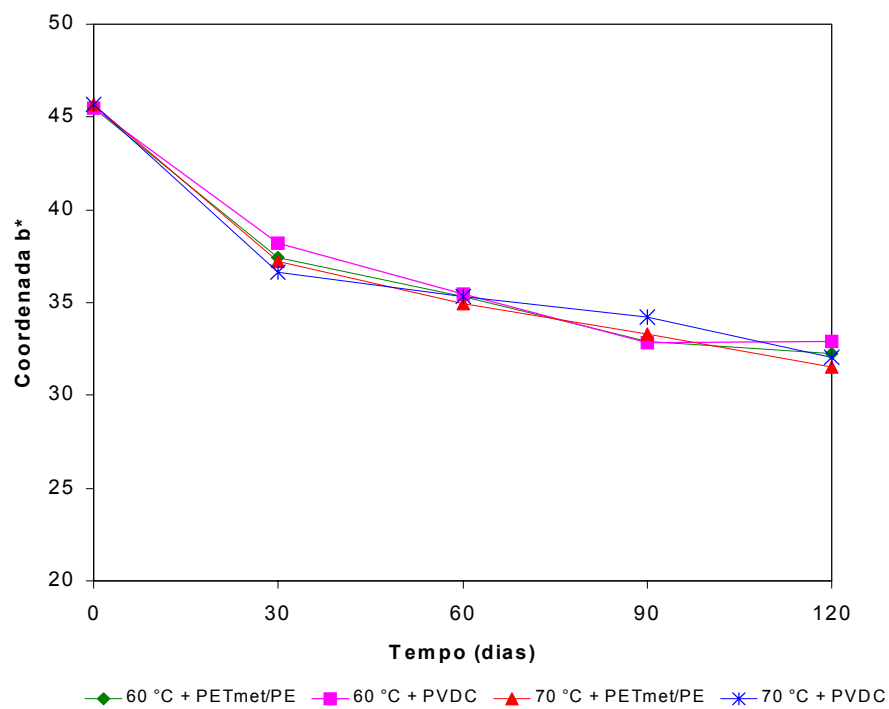


Figura 8 - Variação da coordenada b^* (intensidade de amarelo) da manga desidratada a 60 e 70 °C e embalada em PETmet/PE e PVDC durante o armazenamento.

3.1.1 - Cinética da degradação de carotenóides totais ao longo do armazenamento

Na Figura 9 observa-se que o teor de carotenóides totais reduziu ao longo do tempo de estocagem para todas as combinações de temperatura de secagem e embalagem utilizada, seguindo uma reação de primeira ordem. Vários autores estudando a oxidação de carotenóides também observaram tal comportamento. JARÉN-GALÁN e MÍNGUEZ-MOSQUERA (1999) estudaram a cinética de degradação de carotenóides totais em oleoresina de páprica verificando ser uma reação de primeira ordem. O mesmo foi observado por Chou e Breene (1972), Haralampu e Karel (1983) citados por PESEK e WARTHESEN (1987) estudando a degradação de β -caroteno devido ao calor e oxidação.

O modelo exponencial $C=C_0 \exp(-kt)+\varepsilon$ foi ajustado aos dados experimentais. Obteve-se quatro curvas, referentes a cada combinação de temperatura de secagem (60 e 70 °C) e embalagem (PETmet/PE e PVDC). Para cada curva obtida os parâmetros C_0 e k foram estimados e o teste da razão de verossimilhança foi utilizado para verificar a igualdade desses parâmetros e a identidade de modelos (REGAZZI, 2002). Concluiu-se pelo teste que não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre as quatro curvas, podendo ser representadas por uma única equação, ou seja, a degradação dos carotenóides totais foi a mesma em todas as combinações de temperatura de secagem e embalagem utilizada. A equação de regressão não-linear ajustada está apresentada na Figura 9.

O valor de k obtido foi de 0,0123 (dia^{-1}) e representa a constante de velocidade de degradação dos carotenóides ao longo do armazenamento. PESEK e WARTHESEN (1987) estudaram a fotodegradação de α e β -carotenos em sucos e cenoura e tomate ao longo do armazenamento, encontrando valores de 0,273 (dia^{-1}) para α -caroteno e 0,309 (dia^{-1}) para β -caroteno.

O tempo de meia vida foi obtido pela equação 4. O valor encontrado para o $t_{1/2}$ foi de 56,35, ou seja, o teor de carotenóides totais na manga desidratada, reduz-se a metade após 56,35 dias de armazenamento à temperatura ambiente e sob luz natural, em qualquer uma das quatro condições avaliadas.

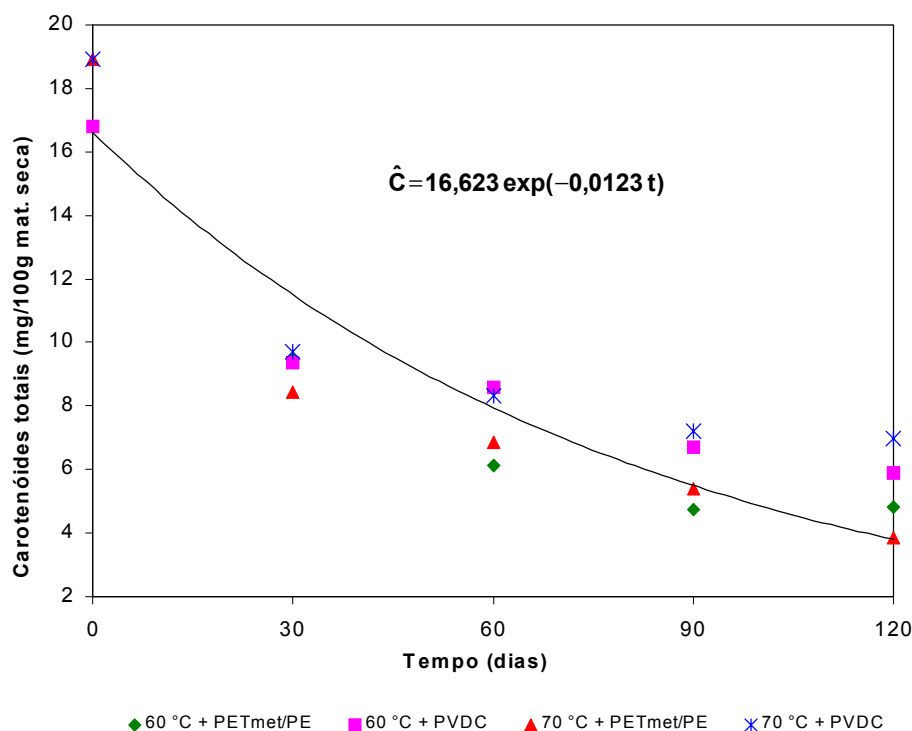


Figura 9 - Variação do teor de carotenóides totais na manga desidratada ao longo do armazenamento para as combinações de temperaturas de secagem (60 e 70 °C) e embalagens utilizadas. (PETmet/PE e PVDC).

A degradação de carotenóides totais na manga desidratada durante o armazenamento pode ter ocorrido devido as reações oxidativas, uma vez que esta é a principal causa de degradação do pigmento. Apesar do vácuo ter sido feito nas duas embalagens, uma pequena, mas significativa quantidade de oxigênio pode ter permanecido em contato com o alimento sendo suficiente para desencadear todo o processo de auto-oxidação do carotenóide. Esse resultado foi verificado num estudo feito por GOLDMAN, HOREV e SAGUY (1983). Os autores estudaram a descoloração de β -caroteno utilizando sistemas modelo simulando alimentos desidratados, em diferentes concentrações de O_2 (20,9 a 0%), armazenados à temperatura de 35°C e ao abrigo da luz. Os resultados indicaram que a presença de pequenas quantidades de oxigênio é um fator crucial na degradação do β -caroteno, havendo a degradação mesmo em níveis muito baixos (1 e 2%) e ausência de luz.

Um outro fator que pode ter contribuído para o processo de degradação dos carotenóides durante o armazenamento é a presença de radicais livres. GOLDMAN HOREV e SAGUY (1983) verificaram que a partir um radical iniciador, mesmo na ausência de oxigênio, ocorre a degradação de 90% do β -caroteno em apenas 16 dias.

Durante o processo de desidratação da manga iniciou-se o processo oxidativo verificando uma redução no teor de carotenóides totais. Como o mecanismo da auto-oxidação de carotenóides é considerado um processo de formação de radicais livres, uma vez iniciado o processo, toda a reação se desencadeia.

Além do processo oxidativo, a isomerização dos carotenóides também contribui para a degradação do pigmento. Com o aquecimento ocorre a redistribuição dos constituintes celulares dos alimentos, podendo liberar ácidos. Estas condições favorecem a isomerização para a forma cis, promovendo a redução da intensidade da cor, nem sempre distinguida pelo olho humano (Curl e Baley, 1956; Ramos, 1991; citados por SANT'ANA, 1995).

Os resultados mostram que a embalagem PETmet/PE, apesar de impedir a passagem da luz, não promoveu uma melhor retenção de carotenóides quando comparada com a embalagem transparente de PVDC. Esse resultado indica que a presença de pequenas quantidades de oxigênio em contato com o carotenóide exerce um efeito muito maior sobre a sua degradação do que a luz natural.

3.2 - Alterações microbiológicas durante o armazenamento

O produto final foi analisado quanto à contaminação microbiológica de bolores e leveduras e coliformes totais nos tempos zero, 60 e 120 dias de armazenamento.

Em relação aos coliformes fecais o resultado foi < 3 NMP/g para todas as amostras analisadas, estando de acordo com os padrões microbiológicos para frutas desidratadas e liofilizadas de acordo com a Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (ANVISA, 2001).

Pelos resultados mostrados na Tabela 2, apesar do não estabelecimento de um padrão microbiológico para bolores e leveduras referente a frutas desidratadas, observa-se que o produto apresentou uma contagem baixa, estando, portanto, adequado para o consumo.

Os resultados indicam que as condições de processamento e armazenamento foram adequadas para preservação do produto com relação aos aspectos microbiológicos, não sendo necessária adição de conservantes.

Tabela 2 – Resultado da análise de bolores e leveduras da manga desidratada nos tempos zero, 60 e 120 dias de armazenamento.

Tempo	Produtos	Bolores e leveduras
Zero	60° C	2,7x10 ²
	70° C	3,1x 10 ²
60 dias	60°C + PVDC	5,3 x 10 ²
	60°C + PETmet/PE	2,9 x 10 ²
	70°C + PVDC	4,2 x10 ²
	70°C + PETmet/PE	3,8 x10 ²
120 dias	60°C + PVDC	3,6 x10 ²
	60°C + PETmet/PE	3,6 x 10 ²
	70°C + PVDC	6,7 x 10 ²
	60°C + PVDC	6,9 x 10 ²

3.3 - Alterações sensoriais durante o armazenamento

3.3.1 - Mapa de Preferência Interno – Atributo Cor

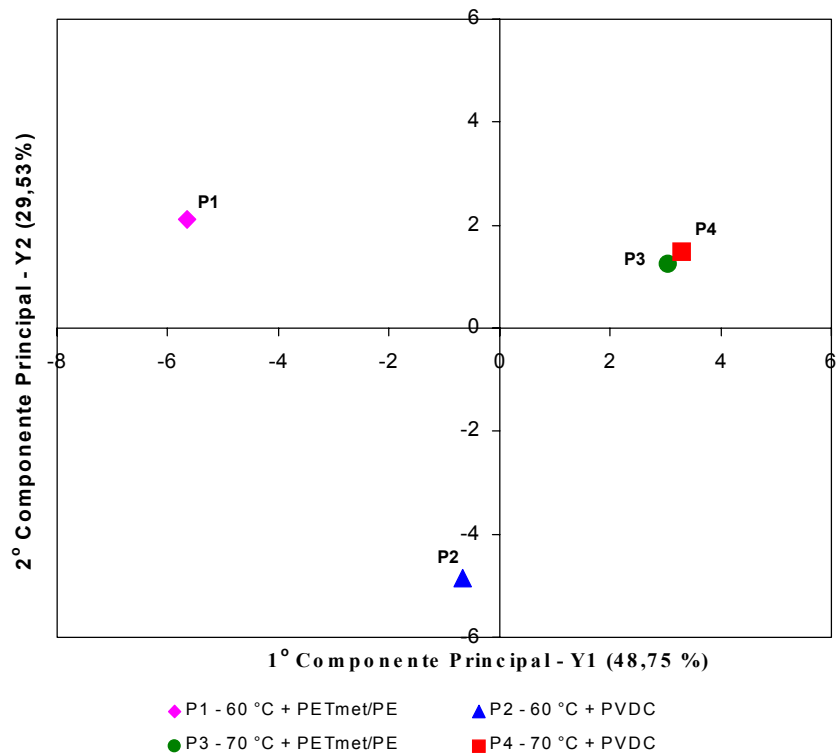
As Figuras 10 e 11 apresentam o Mapa de Preferência Interno para o atributo cor obtido nos tempos 60 e 120 dias, respectivamente. A dispersão das quatro amostras de manga desidratada referentes a cada combinação de temperatura de secagem (60 e 70 °C) e embalagem utilizada (PETmet/PE e PVDC), estão apresentadas nas Figuras 10-A e 11-A.

Na Figura 10 (A e B) o primeiro componente principal explica 48,75 % e o segundo componente explica 29,53 % da variância de aceitação entre as amostras de manga desidratada. Os dois primeiros componentes explicam 78,28 % da variância entre as amostras quanto a sua aceitação para o atributo cor, após 60 dias de armazenamento.

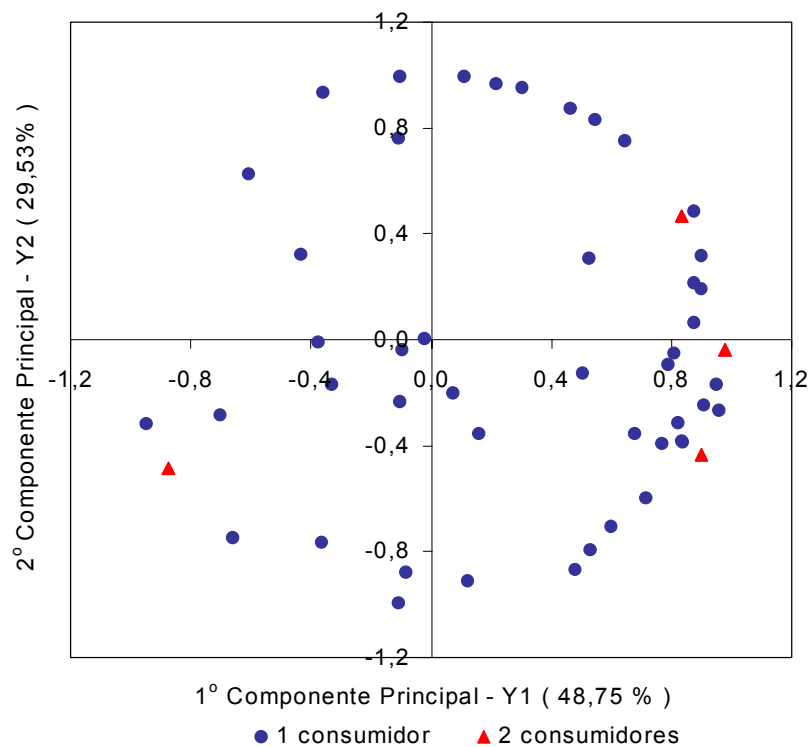
Observa-se pela Figura 10-A que os produtos desidratados a 70 °C (P3 e P4) situam-se muito próximos no gráfico, indicando que estes foram considerados semelhantes em relação a aceitação. As amostras P1 e P2 diferem entre si, sugerindo a formação de três grupos distintos.

Na Figura 11 (A e B) o primeiro componente principal explica 59,08 % e o segundo componente explica 24,12% da variância de aceitação entre as amostras de manga desidratada. Os dois primeiros componentes explicam 83,20 % da variância entre as amostras quanto a sua aceitação para o atributo cor após 120 dias de armazenamento.

Na Figura 10-B e 11-B cada ponto representa a correlação entre os dados de aceitação de um consumidor e os dois primeiros componentes principais. Os consumidores correlacionados com pelo menos um dos componentes consideram diferença na aceitação das amostras. Os consumidores alocados no centro do gráfico não estão correlacionados com os dois componentes e não discriminam as amostras em relação à aceitação, considerando a aceitação das amostras semelhantes.

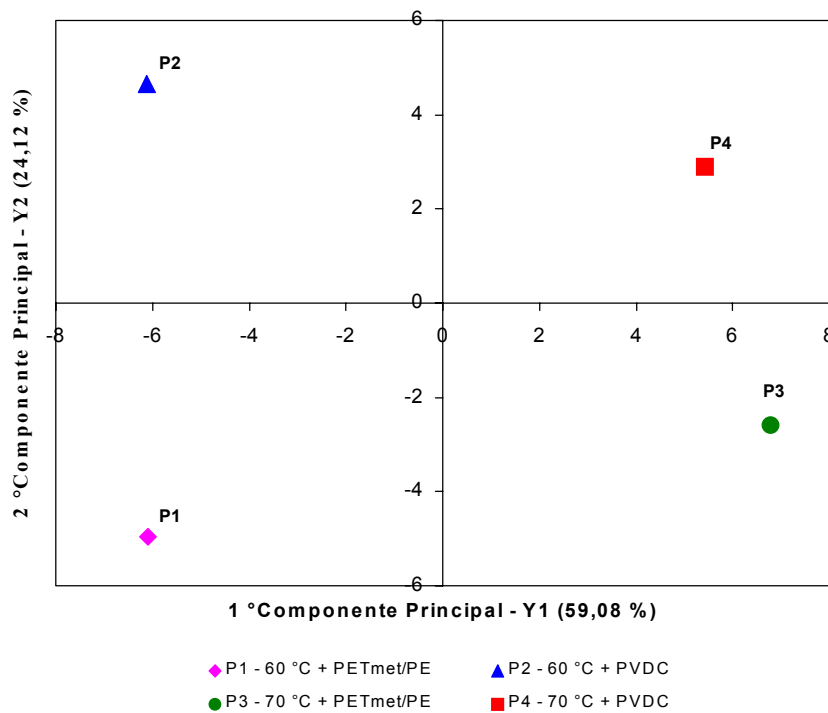


A – Dispersão das amostras de manga desidratada em relação a aceitação.

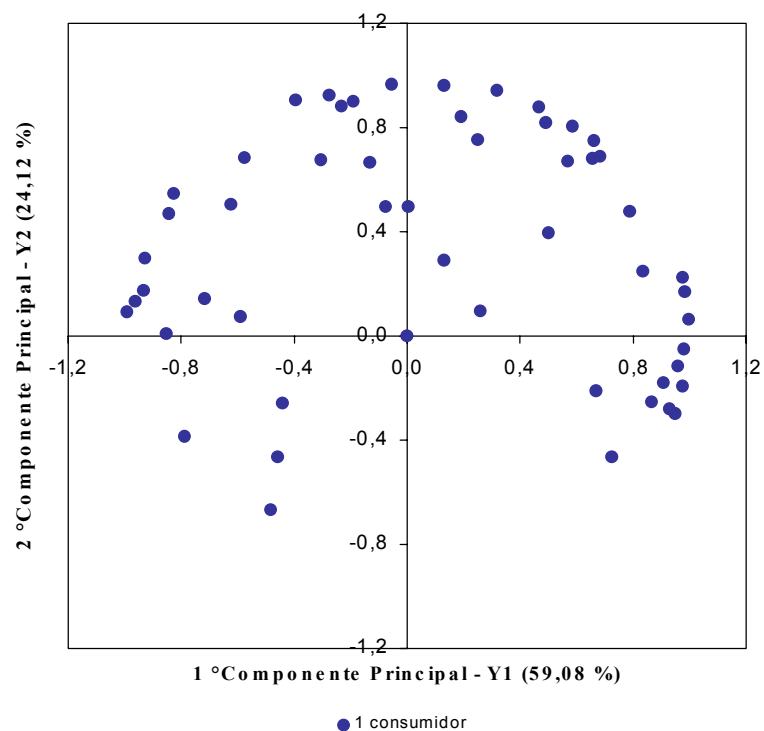


B – “Loadings” (cargas) - Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais.

Figura 10 (A e B) –Cor - Mapa de Preferência Interno para as amostras de manga desidratada após 60 dias de armazenamento.



A - Dispersão das amostras de manga desidratada em relação a aceitação.



B - “Loadings” (cargas) - Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais.

Figura 11 (A e B) –Cor - Mapa de Preferência Interno para as amostras de manga desidratada após 120 dias de armazenamento.

Para o tempo de 60 dias de armazenamento a maioria dos consumidores apresentaram correlação positiva com Y1 preferindo as amostras P3 e P4. Os consumidores alocados na parte inferior do gráfico preferiram a amostra P2. A amostra P1 foi a menos preferida.

Após 120 dias de armazenamento, observa-se pela Figura 10-B, que a maior parte dos consumidores estão alocados na parte superior do gráfico (primeiro e segundo quadrantes) preferindo as amostras P2 e P4. Os consumidores correlacionados positivamente com Y1 preferiram as amostras P3 e P4. A amostra P1 foi a menos preferida pelos consumidores.

Para o atributo cor, os produtos desidratados a 70 °C (P3 e P4) foram os preferidos pelos consumidores após 60 dias de armazenamento. Entretanto, após 120 dias, os produtos embalados em PVDC (P2 e P4) foram os de maior aceitação. O produto desidratado a 60 °C e embalado em PETmet/PE (P1) foi o menos preferido pelos consumidores nos dois tempos de armazenamento.

3.3.2 - Mapa de Preferência Interno – Atributo Aroma

As Figura 12 e 13 apresentam o Mapa de Preferência Interno para o atributo aroma obtido nos tempos 60 e 120 dias, respectivamente.

Na Figura 12 (A e B) o primeiro componente principal explica 43,40 % e o segundo componente explica 35,75 % da variância de aceitação entre as amostras de manga desidratada. Os dois primeiros componentes explicam 79,15 % da variância entre as amostras quanto a sua aceitação para o atributo aroma, após 60 dias de armazenamento.

Observa-se pela Figura 12-A que os produtos desidratados a 70 °C (P3 e P4) foram consideradas semelhantes em relação a aceitação, uma vez que situam-se muito próximos no gráfico. As amostras P1 e P2 diferem entre si, sugerido a formação de três grupos distintos.

Na Figura 13 (A e B) o primeiro componente principal explica 81,32 % e o segundo componente explica apenas 9,68 % da variância de aceitação entre as amostras de manga desidratada. Os dois primeiros componentes explicam 91 % da variância entre as amostras quanto a sua aceitação, entretanto apenas o primeiro componente pode ser utilizado para discriminar as amostras quanto a aceitação.

Observa-se na Figura 13-A que os produtos que foram desidratados a 60 °C (P1 e P2) situam-se muito próximos no gráfico, sendo considerados semelhante em

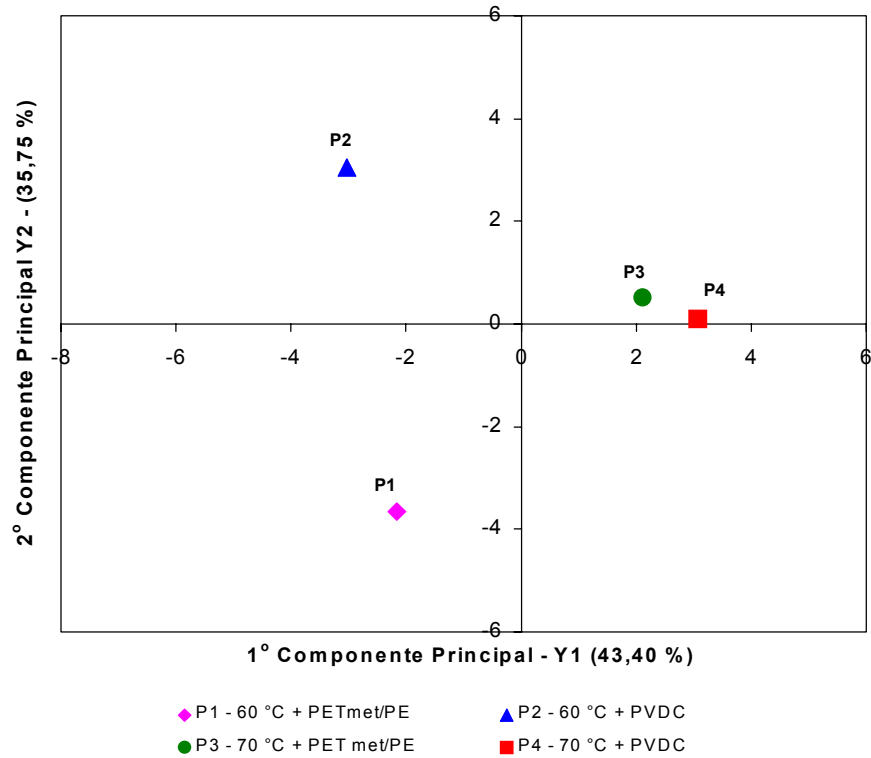
relação a aceitação diferenciando-se dos produtos desidratados a 70 °C, após 120 dias de armazenamento.

Pelas Figuras 12-A e 13-A, verifica-se que os consumidores diferenciaram os produtos desidratados a 60 °C dos desidratados a 70 °C em relação ao atributo aroma, uma vez que estes situam-se em lados opostos do gráfico.

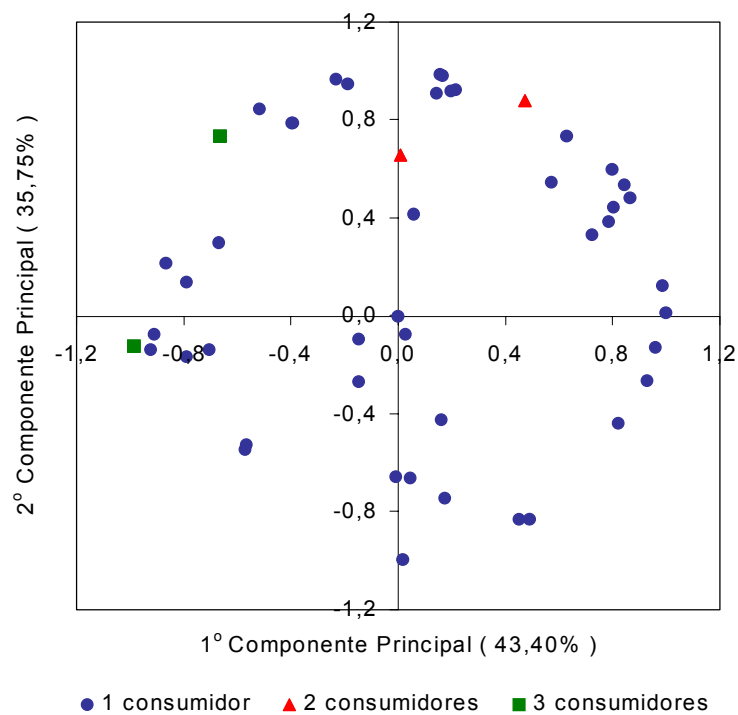
Observa-se na Figura 12-B que a dispersão dos consumidores foi bastante homogênea para o aroma. Os consumidores correlacionados positivamente com Y1 preferiram as amostras P3 e P4. Os correlacionados negativamente com Y1 e positivamente com Y2 preferiram a amostra P2. A amostra P1 foi a menos preferida em relação ao aroma no tempo 60 dias.

Após 120 dias de armazenamento (Figura 13-B), os consumidores ficaram distribuídos de forma bem homogênea em relação ao primeiro componente principal, não havendo uma tendência na preferência. Todos os produtos tiveram uma boa aceitação em relação ao aroma.

Para o atributo aroma, após 60 dias de armazenamento o produto desidratado a 60 °C e embalado em PETmet/PE (P1) foi o de menor aceitação entre os consumidores. Entretanto, após 120 dias, os quatro produtos tiveram uma boa aceitação.

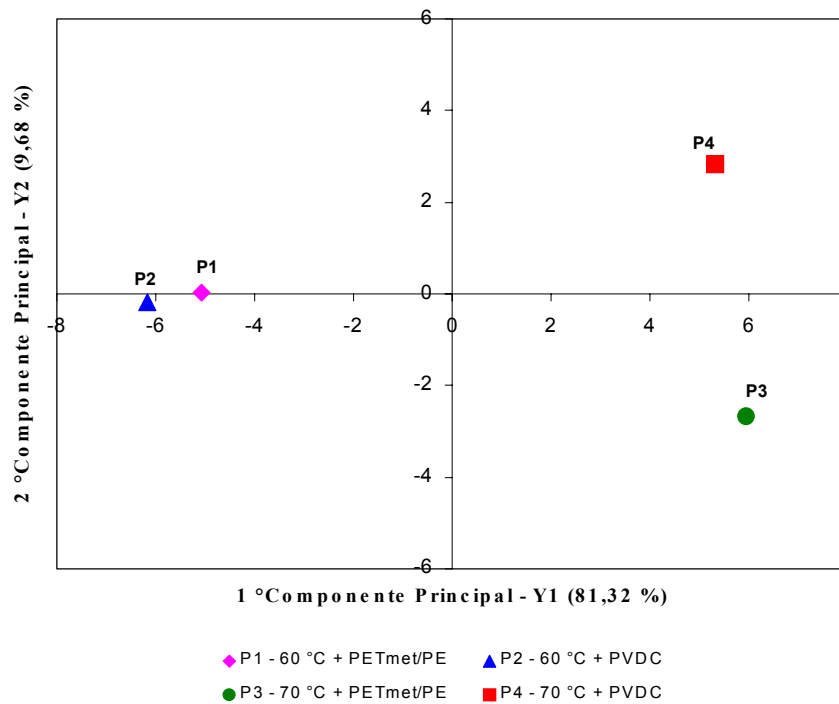


A – Dispersão das amostras de manga em relação a aceitação.

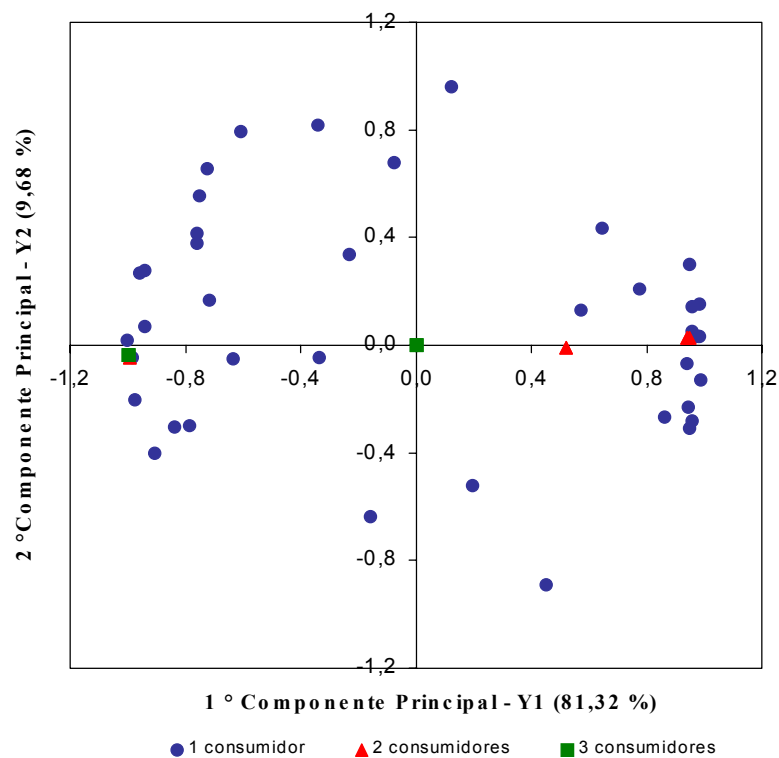


B- “Loadings” (cargas) - Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais.

Figura 12 (A e B) –Aroma - Mapa de Preferência Interno para as amostras de manga desidratada após 60 dias de armazenamento.



A – Dispersão das amostras de manga em relação a aceitação.



B- “Loadings” (cargas) - Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais.

Figura 13 (A e B) –Aroma - Mapa de Preferência Interno para as amostras de manga desidratada após 120 dias de armazenamento.

3.3.3. - Mapa de Preferência Interno – Atributo Sabor

As Figura 14 e 15 apresentam o Mapa de Preferência Interno para o atributo sabor obtido nos tempos 60 e 120 dias, respectivamente.

Na Figura 14 (A e B) o primeiro componente explica 46,58 % e o segundo 30,92 % da variação de aceitação entre as amostras de manga desidratada. Os dois componentes explicam a maior parte da variância (77,50 %) entre as amostras quanto a sua aceitação.

Observa-se pela Figura 14-A que as amostras P2, P3 e P4 situam-se na parte direita do gráfico, diferenciando-se da amostra P1.

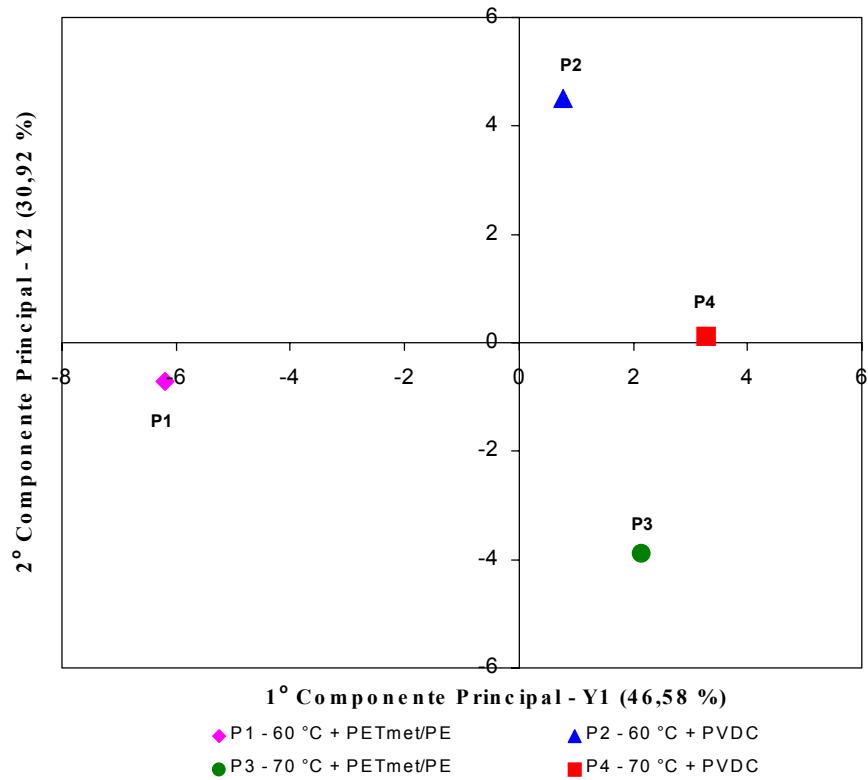
Na Figura 15 (A e B) o primeiro componente principal explica 60,00 % e o segundo 25,80 % da variação de aceitação entre as amostras de manga desidratada. Os dois componentes explicam a maior parte da variância (85,80 %) entre as amostras quanto a sua aceitação.

As amostras P3 e P4 estão situadas próximas no gráfico sendo consideradas semelhantes quanto a sua aceitação, diferindo das amostras P2 e P1, situadas na parte esquerda do gráfico (Figura 15-A).

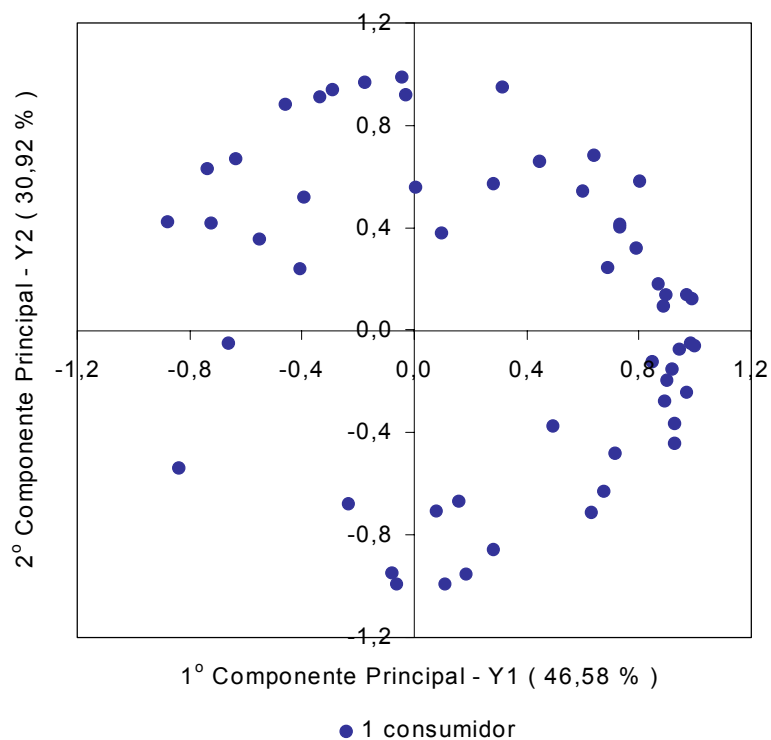
Após 60 dias de armazenamento, observa-se pela Figura 14-B que os consumidores concentram-se nos primeiro, segundo e quarto quadrantes, estando distribuídos de forma bem homogênea. Os consumidores correlacionados positivamente com Y1 preferiram a amostra P4, enquanto os correlacionados positivamente com Y2 preferiram a amostra P2. A amostra P3 foi preferida pelos consumidores situados no quarto quadrante. A amostra P1 foi a de menor aceitação pelos consumidores.

Após 120 dias de armazenamento, as amostras P3 e P4 foram as preferidas pelos consumidores. A Amostra P2 também teve uma boa aceitação, entretanto a P1 foi preferida por um menor número de consumidores como pode ser verificado pela (Figura 15-B).

Em relação ao sabor, após 60 e 120 dias de armazenamento o produto desidratado a 60 °C e embalado em PETmet/PE (P1) foi o de menor aceitação entre os consumidores. Os demais tiveram uma boa aceitação nos dois tempos de armazenamento.

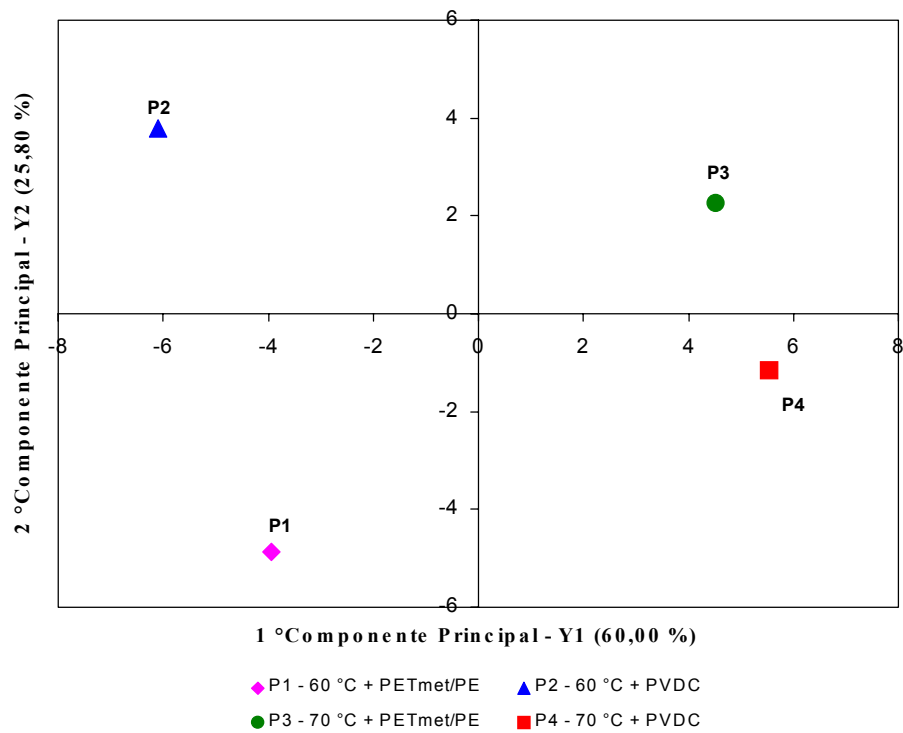


A – Dispersão das amostras de manga desidratada em relação a aceitação.

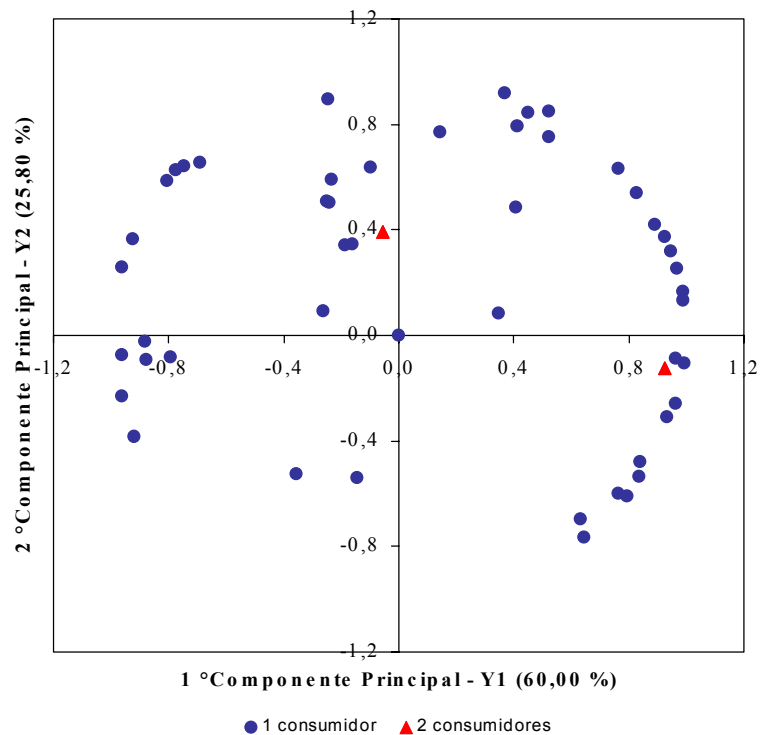


B – “Loadings” (cargas) - Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais.

Figura 14 (A e B) –Sabor - Mapa de Preferência Interno para as amostras de manga desidratada após 60 dias de armazenamento.



A – Dispersão das amostras de manga desidratada em relação a aceitação.



B – “Loadings” (cargas) - Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais.

Figura 15 (A e B) –Sabor - Mapa de Preferência Interno para as amostras de manga desidratada após 120 dias de armazenamento.

3.3.4 - Mapa de Preferência Interno – Atributo Impressão Global

As Figura 16 e 17 apresentam o Mapa de Preferência Interno para o atributo impressão global obtido nos tempos 60 e 120 dias, respectivamente.

Na Figura 16 (A e B) o primeiro componente explica 48,08 % e o segundo 34,55 % da variação de aceitação entre as amostras de manga desidratada. Os dois componentes explicam a maior parte da variância (82,63 %) entre as amostras quanto a sua aceitação.

Verifica-se pela Figura 16-A uma maior proximidade entre as amostras P3 e P4, diferindo-se das amostras P2 e P1 após 60 dias de armazenamento.

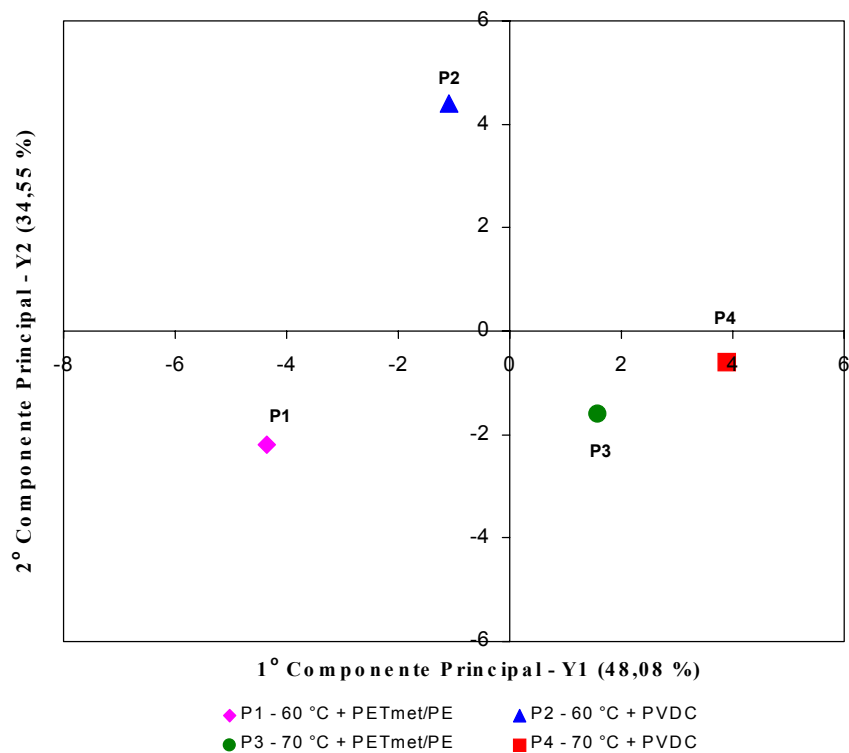
Observa-se pela Figura 16-B que os consumidores correlacionados positivamente com Y1 preferiram a amostra P4 e os correlacionados positivamente com Y2 preferiam a amostra P2. Alguns situados no quarto quadrante preferiram a amostra P3. A amostra P1 foi a menos preferida.

Na Figura 17 (A e B) o primeiro componente explica 68,00 % e o segundo 19,45 % da variação de aceitação entre as amostras de manga desidratada. Os dois componentes explicam a maior parte da variância (87,45 %) entre as amostras quanto a sua aceitação.

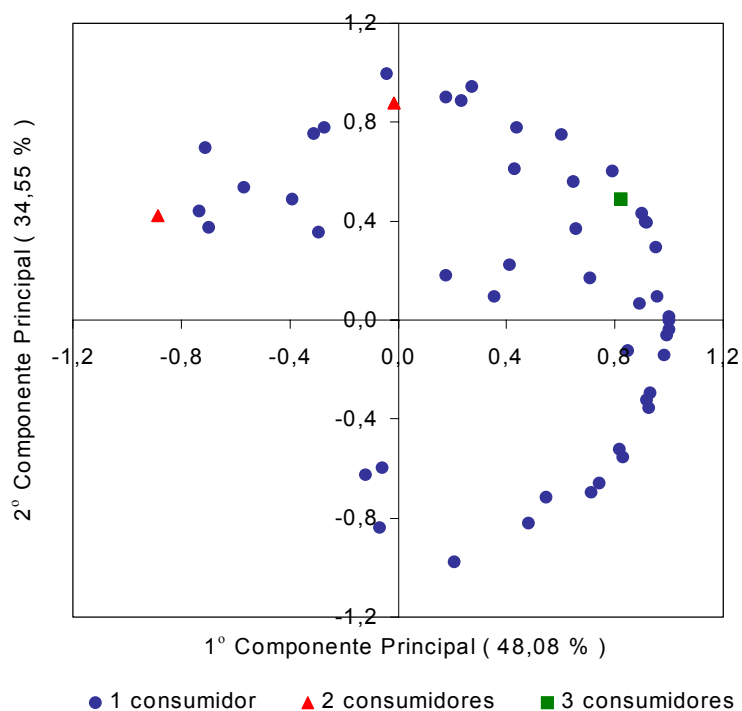
A separação espacial das amostras (Figura 17-A) sugere a existência de diferença na aceitação das mesmas. As amostras P3 e P4 diferem das amostras P2 e P1 em relação ao primeiro componente principal.

A dispersão dos consumidores (Figura 17-B), apresenta-se bem homogênea em relação ao primeiro componente principal, sendo que os consumidores alocados na parte direita do gráfico preferiram as amostras P3 e P4, enquanto os alocados na parte esquerda superior (segundo quadrante) preferiram a amostra P2. A amostra P1 foi a menos preferida.

Em relação ao atributo impressão global, o produto desidratado a 60 °C e embalado em PETmet/PE (P1) foi o menos aceito e os demais tiveram uma boa aceitação nos dois tempos de armazenamento.

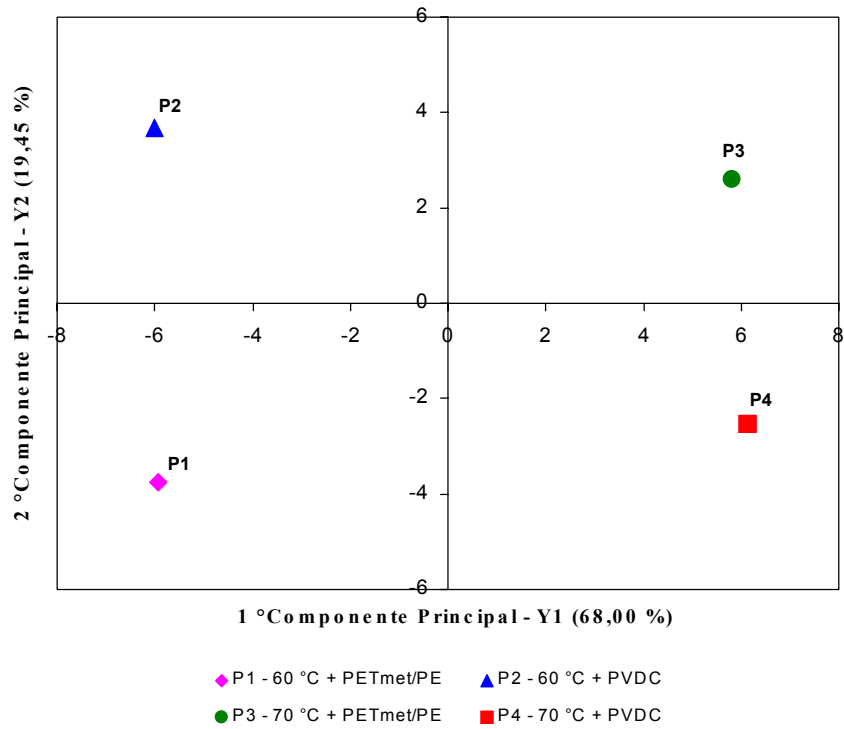


A – Dispersão das amostras de manga desidratada em relação a aceitação.

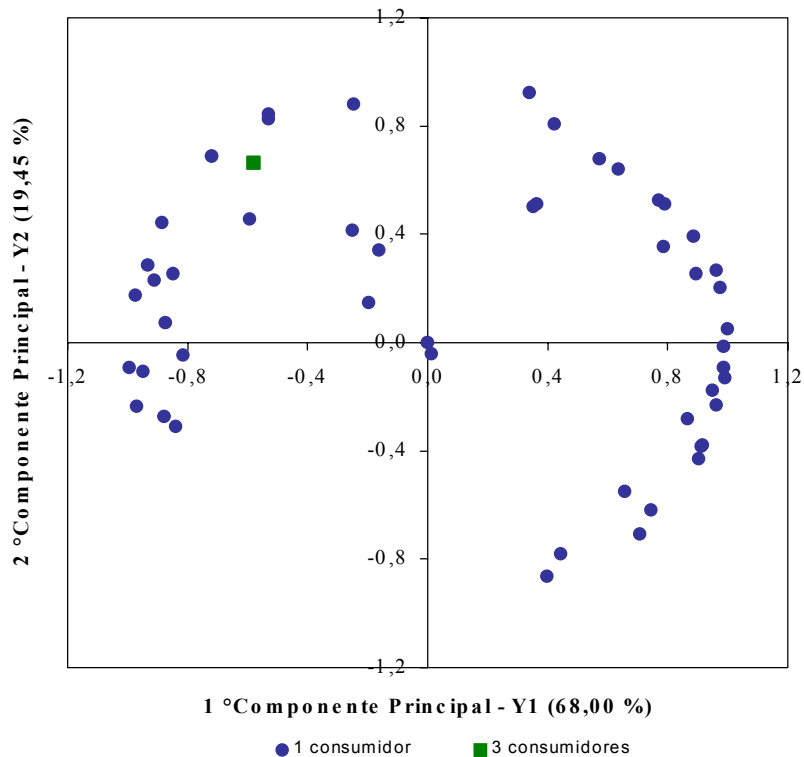


B – “Loadings” (cargas) - Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais.

Figura 16 (A e B) –Impressão Global – Mapa de Preferência Interno para as amostras de manga desidratada após 60 dias de armazenamento.



A – Dispersão das amostras de manga desidratada em relação a aceitação.



B – “Loadings” (cargas) - Correlações entre os dados de aceitação de cada consumidor e os dois primeiros componentes principais.

Figura 17 (A e B) –Impressão Global – Mapa de Preferência Interno para as amostras de manga desidratada após 120 dias de armazenamento.

4 - CONCLUSÕES

As embalagens utilizadas mostraram eficiência na preservação das características físico-químicas (pH, acidez, teor de umidade e atividade de água) e microbiológicas. Entretanto, em relação a cor, houve redução das coordenadas L*, a*, b* e perda dos carotenóides totais ao longo do armazenamento.

A degradação de carotenóides foi a mesma para as quatro combinações de temperatura de secagem (60 e 70 °C) e embalagem utilizada (PETmet/PE e PVDC), indicando que a temperatura de secagem não interferiu na conservação do produto e que as duas embalagens exerceram o mesmo efeito protetor sobre o pigmento durante o armazenamento.

A embalagem PETmet/PE, apesar de impedir a passagem da luz, não promoveu uma melhor retenção de carotenóides quando comparada com a embalagem transparente de PVDC. Esse resultado indica que provavelmente a luz natural não exerceu um efeito significativo sobre a degradação dos carotenóides na manga desidratada.

Apesar da degradação de carotenóides ao longo do armazenamento, as embalagens e as condições de armazenamento foram adequadas, reduzindo o processo oxidativo, uma vez o produto após 120 dias de armazenamento teve uma boa aceitação sensorial.

Para o atributo cor os produtos desidratados a 70 °C foram preferidos por um maior número de consumidores, após 60 dias de armazenamento. Entretanto, após 120 dias, os produtos embalados em PVDC foram os de maior aceitação. O produto desidratado a 60 °C e embalado em PETmet/PE foi o de menor aceitação nos dois tempos de armazenamento.

Para o atributo aroma, após 60 dias de armazenamento, o produto desidratado a 60 °C e embalado em PETmet/PE foi o de menor aceitação entre os consumidores. Entretanto, após 120 dias, os quatro produtos tiveram uma boa aceitação.

Em relação ao sabor e impressão global, após 60 e 120 dias de armazenamento, o produto desidratado a 60 °C e embalado em PETmet/PE foi o de menor aceitação entre os consumidores. Os demais tiveram uma boa aceitação nos dois tempos de armazenamento.

Pelos resultados das análises físico-químicas conclui-se que as quatro combinações de temperatura de secagem (60 e 70 °C) e embalagem utilizada (PVDC

e PETmet/PE) não diferenciaram-se em relação a preservação do produto ao longo do armazenamento.

Entretanto, os resultados da análise sensorial indicam que o produto desidratado a 60 °C e embalado em PETmet/PE foi o menos aceito, não satisfazendo portanto às exigências do consumidor. Já os produtos embalados em PVDC foram os preferidos em relação a cor após 120 dias de armazenamento. O produto desidratado a 70 °C e embalado em PVDC (P4) foi o de maior preferência em relação a todos os atributos avaliados nos dois tempos de armazenamento.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, J. A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Tecnology**, v.15, p. 207-225, 1999.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH – APHA. **Compendim of methods of the microbiological examination of foods**. 3. ed. London, 1992, 1219p.
- ANVISA — Resolução - RDC n. 12, de 2 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, 2001.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos**: Teoria e prática. Viçosa: UFV, 1999. 411p.
- ARIAS, R.; CHING LEE, T.; LOGENDRA, L.; JANES, H. Correlation of lycopene measured by HPLC with the L*, a*, b* color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 1697-1702, 2000.
- BAUERNFEIND, J. C. Carotenoid vitamin A precursors and analogs in food and feeds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 20, n. 3, p. 456-473, 1972.
- BERSET, C.; CANIAUX, P. Relationship between color evaluation and chlorophyllian pigment content in dried parsley leaves. **Journal of Food Science**, v. 48, 1983.
- BEVERIDGE, T.; WEINTRAUB, S. E. Effect of blanching pretreatment on color and texture of apples slices at various water activities. **Food Research International**, v. 28, n. 1, p. 83-86, 1995.
- BOLIN, H. R., STEELE, R. J. Noenzymatic browning in dried apple slices during storage. **Journal of Food Science**, v. 52, p. 1654-1657, 1987.
- CABRAL, A. C. D.; ALVIM, D. D. Alimentos desidratados – conceitos básico para sua embalagem e conservação. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p 1-65, 1981.
- FAULKS, R. M.; SOUTHON, S. Carotenoids, Metabolism and Disease. In: **Handebook of Nutraceuticals and Functional Foods**. 2001. p.143-156.

- GOLDMAN, M.; HOREV, B.; SAGUY, I. Decolorization of β -caroteno in model systems simulating dehydrated foods. Mechanism and kinetic principles. **Journal of Food Science**, v. 48, p. 751-754, 1983.
- GREENHOFF, K.; MACFIE, H. J. H. Preference mapping in practice. In: MacFIE, H. J. H.; THONSOM, D. M. H. **Measurement of food preferences**. London: Black Academic e Profissional, 1994. p. 137-166.
- HELGENSEN, H.; SOLHEIM, R.; NAES, T. Consumer preference mapping of dry fermented lamb sausages. **Food Quality and Preference**, v. 8, n. 2, p. 97-109. 1997.
- HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene fortified orange juice. **Journal of Food Science**, v. 27, p. 42-49, 1962.
- HOLDSWORTH, S. D. **Thermal processing of packaged foods**. 1. ed. London: Chapman & Hall, 1997. 283p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed., São Paulo, v. 1, 1985. 533p.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Ecología microbiana de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1980. v. 1, 332p.
- JARÉN-GALÁN, M.; MÍNGUEZ-MOSQUERA, I. Quantitative and qualitative changes associated with heat treatments in carotenoid content of paprika oleoresins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 4379-4383, 1999.
- LAROUSSE, J.; BROWN, B. E. **Food Canning Technology**. New York: Wiley-VCH Inc., 1997. 719p.
- LOZANO J. E.; IBARZ, A. Colour changes in concentrated fruit pulp during heating at high temperatures. **Journal of Food Engineering**, v. 31, p. 365-373, 1997.
- MUJUMDAR, A. S. Drying fundamentals. In: BAKER, C. G. J. **Industrial Drying of Foods**. 1. ed. London, 1997. p. 7-30.
- PESEK, C. A., WARTHESEN, J. J. Photodegradation of carotenoids in a vegetable juice system. **Journal of Food Science**, v. 52, n. 3, p. 744-746, 1987.

- POLIGNANO, L. A. C.; DRUMOND, F. B.; CHENG, L. C. Mapa de Preferência: uma ponte entre marketing e P&D. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 2000, São Carlos. **Anais...** 2000. p.96-102.
- POLIGNANO, L. A. C.; DRUMOND, F. B.; CHENG, L. C. Utilização dos mapas de percepção e preferência como técnicas auxiliares do QFD durante o desenvolvimento de produtos alimentícios. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, 1999, Belo Horizonte. **Anais...**, 1999, p.274-284.
- REGAZZI, A. J. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. **Revista Ceres**, v. 50, n. 287, p. 9-26, 2003.
- SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001, 215p.
- SAS. USER'S GUIDE: **basic and statistic**. Cary: 1995. 1686p.
- SPEEK, A. J.; SPEEK-SAICHUA, S. ; SCHREURS, W. H. P. Total carotenoids and β -caroteno contents of thai vegetables and the effect of processing. **Food Chemistry**, v. 27, p. 245-257, 1988.
- STONE, H., SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. 2. ed. Redwood City: Academic Press, Inc., 1993. 338p.
- TEIXEIRA NETO, R. O.; VITALI, A. A.; QUAST, D. G. Reações de transformação e vida de prateleira de alimentos processados. In: TEIXEIRA NETO, R. O. **Reações de transformação e vida de prateleira de alimentos processados**. Campinas: ITAL/Rede de Informação de Tecnologia Industrial Básica, 1993. p.1 (manual técnico, 6).
- UBOLDI EIROA, M. N. Atividade de água: influência sobre o desenvolvimento de microrganismos e métodos de determinação em alimentos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 3, p 353 - 383, 1981.

CONCLUSÕES GERAIS

As amostras de manga submetida aos quatro tratamentos químicos com diferentes proporções de ácido cítrico e ácido ascórbico diferiram em relação a aceitação pelos consumidores para cada atributo (aroma, cor, sabor e impressão global) avaliado.

O Mapa de Preferência Interno (MDPREF) gerado a partir dos dados de aceitação do atributo cor, identificou a amostra M2 como a preferida pela maioria dos consumidores. Desse modo, o tratamento químico com 25 mg/L ácido cítrico + 75mg/L de ácido ascórbico foi eficiente para a preservação da cor característica da manga, promovendo uma coloração clara ($L^* = 67,90$) e um amarelo mais intenso ($b^* = 44,31$) no produto desidratado, sendo o preferido pelos consumidores.

O modelo exponencial foi utilizado para obtenção das curvas de secagem, não constatando diferença significativa ($p > 0,05$) entre as curvas obtidas a 60 e 70 °C.

Verificou-se uma redução do teor de carotenóides totais no produto após a desidratação, indicando o início do processo oxidativo do pigmento e sua polimerização para a forma cis, com consequente perda da cor.

O produto obtido caracterizou-se como sendo um produto de baixa atividade de água ($A_w \leq 0,60$), alcançando valores finais de 0,552 e 0,560 para as temperaturas de 60 e 70 °C, respectivamente.

As coordenadas L^* (luminosidade) e a^* (intensidade de vermelho) aumentaram durante a secagem, enquanto a coordenada b^* (intensidade de amarelo) reduziu.

As embalagens utilizadas mostraram eficiência na preservação das características físico-químicas (pH, acidez, teor de umidade e atividade de água) e microbiológicas do produto desidratado. Entretanto, em relação a cor, houve redução das coordenadas L^* , a^* , b^* e perda dos carotenóides totais ao longo do armazenamento.

A degradação de carotenóides foi a mesma para as quatro combinações de temperatura de secagem (60 e 70 °C) e embalagem utilizada (PETmet/PE e PVDC), indicando que a temperatura de secagem não interferiu na conservação do produto e que as duas embalagens exerceram o mesmo efeito protetor sobre o pigmento durante o armazenamento.

A embalagem PETmet/PE, apesar de impedir a passagem da luz, não promoveu uma melhor retenção de carotenóides quando comparada com a

embalagem transparente de PVDC. Esse resultado indica que provavelmente a luz natural não exerceu um efeito significativo sobre a degradação dos carotenóides na manga desidratada.

Pelos resultados das análises físico-químicas conclui-se que as quatro combinações de temperatura de secagem (60 e 70 °C) e embalagem utilizada (PVDC e PETmet/PE) não diferenciaram-se em relação a preservação do produto ao longo do armazenamento.

Entretanto, os resultados da análise sensorial indicam que o produto desidratado a 60 °C e embalado em PETmet/PE foi o menos aceito, não satisfazendo portanto às exigências do consumidor. O produto desidratado a 70 °C e embalado em PVDC (P4) foi o de maior preferência em relação a todos os atributos avaliados nos dois tempos de armazenamento.

APÊNDICE

QUADRO 1 – Análise de Variância (ANOVA) - Coordenada L*.

F V	G L	SQ	QM	F	Pr>F
Temperatura (A)	1	0,0408	0,0408	0,0035 ^{ns}	0,9555
Resíduo (a)	4	46,3906	11,5977	-----	-----
Tempo (B)	7	564,4160	80,6308	34,3095 ^{***}	< 0,0001
Interação A x B	7	19,8977	2,8425	1,2095 ^{ns}	0,3302
Resíduo (b)	28	65,8016	2,3501	-----	-----
Total corrigido	47	696,5467	-----	-----	-----

*** p<0,001 ns – não significativo (p>0,05)

QUADRO 2 – Análise de Variância (ANOVA) - Coordenada a*.

F V	G L	SQ	QM	F	Pr>F
Temperatura (A)	1	1,0092	1,0092	0,2004 ^{ns}	0,6775
Resíduo (a)	4	20,1387	5,0347	-----	-----
Tempo (B)	7	69,3068	9,9009	11,2472 ^{***}	< 0,0001
Interação A x B	7	4,4383	0,6340	0,7202 ^{ns}	0,6559
Resíduo (b)	28	24,6497	0,8803	-----	-----
Total corrigido	47	119,5427	-----	-----	-----

*** p<0,001 ns – não significativo (p>0,05)

QUADRO 3 – Análise de Variância (ANOVA) - Coordenada b*.

F V	G L	SQ	QM	F	Pr>F
Temperatura (A)	1	0,042	0,042	0,0182 ^{ns}	0,8992
Resíduo (a)	4	9,240	2,310	-----	-----
Tempo (B)	7	99,859	14,266	7,1581 ^{***}	< 0,0001
Interação A x B	7	16,752	2,393	1,2007 ^{ns}	0,3348
Resíduo (b)	28	55,808	1,993	-----	-----
Total corrigido	47	181,701	-----	-----	-----

*** p<0,001 ns – não significativo (p>0,05)

QUADRO 4 – Análise de Variância (ANOVA) – Atividade de água

F V	G L	SQ	QM	F	Pr>F
Temperatura (A)	1	0,0077	0,0077	2,4839 ^{ns}	0,1890
Resíduo (a)	4	0,0123	0,0031	-----	-----
Tempo (B)	7	0,7557	0,1080	98,1818 ^{***}	< 0,0001
Interação A x B	7	0,0171	0,0024	2,1818 ^{ns}	0,0581
Resíduo (b)	28	0,0302	0,0011	-----	-----
Total corrigido	47	0,8230	-----	-----	-----

*** p<0,001 ns – não significativo (p>0,05)

QUADRO 5 – Estudo do efeito do tempo através da técnica de Polinômios Ortogonais ANOVA dos dados da Coordenada L*

F V	G L	S Q	Q M	F	Pr>F
Tempo	(7)	564,4159	-----	-----	-----
Efeito Linear	1	517,9207	517,9207	220,39***	<0,0001
Efeito Quadrático	1	12,3247	12,3247	5,24*	0,0298
Efeito Cúbico	1	21,6628	21,6628	9,22**	0,0051
Falta de Ajustamento	4	12,5077	3,1269	1,33 ^{ns}	0,2833
Resíduo (b)	28	65,8016	2,3500	-----	-----

*** p<0,001 ** p<0,01 * p<0,05 ns – não significativo (p>0,05)

QUADRO 6 – Estudo do efeito do tempo através da técnica de Polinômios Ortogonais ANOVA dos dados da Coordenada a*

F V	G L	S Q	Q M	F	Pr>F
Tempo	(7)	69,3068	-----	-----	-----
Efeito Linear	1	56,5728	56,5728	64,27***	<0,0001
Efeito Quadrático	1	9,0479	9,0479	10,28**	0,0034
Efeito Cúbico	1	0,7341	0,7341	0,83 ^{ns}	0,3700
Falta de Ajustamento	4	2,9519	0,7380	0,84 ^{ns}	0,5115
Resíduo (b)	28	24,6497	0,8803	-----	-----

*** p<0,001 ** p<0,01 ns – não significativo (p>0,05)

QUADRO 7 – Estudo do efeito do tempo através da técnica de Polinômios Ortogonais ANOVA dos dados da Coordenada b*

F V	G L	S Q	Q M	F	Pr>F
Tempo	(7)	99,859	-----	-----	-----
Efeito Linear	1	85,668	85,668	42,98***	<0,0001
Efeito Quadrático	1	0,005	0,005	0,0025 ^{ns}	0,9605
Efeito Cúbico	1	9,959	9,959	5,00*	0,0335
Falta de Ajustamento	4	4,227	1,057	0,53 ^{ns}	0,7146
Resíduo (b)	28	55,808	1,993	-----	-----

*** p<0,001 * p<0,05 ns – não significativo (p>0,05)

QUADRO 8 – Estudo do efeito do tempo através da técnica de Polinômios Ortogonais ANOVA dos dados da atividade de água

F V	G L	S Q	Q M	F	Pr>F
Tempo	(7)	0,7557	-----	-----	-----
Efeito Linear	1	0,6117	0,6117	556,09***	<0,0001
Efeito Quadrático	1	0,1412	0,1412	128,36***	<0,0001
Efeito Cúbico	1	0,0017	0,0017	1,55 ^{ns}	0,2234
Falta de Ajustamento	4	0,0011	0,0003	0,28 ^{ns}	0,8884
Resíduo (b)	28	0,0302	0,0011	-----	-----

*** p<0,001 ns – não significativo (p>0,05)