



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

**ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA DA FRUTA ESTRUTURADA MISTA
DE ACEROLA E CIRIGUELA**

LAÍS MEDEIROS DA CÂMARA FRANÇA

RECIFE, PE

2014

LAÍS MEDEIROS DA CÂMARA FRANÇA

**ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA DA FRUTA ESTRUTURADA MISTA
DE ACEROLA E CIRIGUELA**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PGCTA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

ORIENTADORA: Prof^ª. Dr^ª. Maria Inês Sucupira Maciel

Professora Adjunta do Departamento de Ciências Domésticas/UFRPE

RECIFE, PE

2014

Ficha catalográfica

F814e França, Laís Medeiros da Câmara
Estudo da vida de prateleira da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela / Laís Medeiros da Câmara França. - Recife, 2014.
70 f. : il.

Orientadora: Maria Inês Sucupira Maciel.
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Ciências Domésticas, Recife, 2014.
Inclui referências, anexo(s) e apêndice(s).

1. Vida de prateleira 2. Frutos tropicais 3. Fruta estruturada 4. Ácido ascórbico 5. Atividade de água 6. Avaliação sensorial I. Maciel, Maria Inês Sucupira, orientadora II. Título

CDD 664

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DOMÉSTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

**ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA DA FRUTA ESTRUTURADA MISTA
DE ACEROLA E CIRIGUELA**

Por Laís Medeiros da Câmara França

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aprovada em 28/08/2014 pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimento em sua forma final.

Banca Examinadora:

Profª Drª Maria Inês Sucupira Maciel
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Drª Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga
Universidade Federal da Paraíba

Profª Drª Enayde de Almeida Melo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedico

A Deus, que me sustentou durante
toda a caminhada.

AGRADECIMENTOS

- Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado, por ter me abençoado, dado força, amparado e iluminado durante esta caminhada;
- Aos meus pais, Luiz Maurício e Lygia Carla, e minha irmã, Ana Luísa, por todo o apoio nos momentos difíceis, pelas palavras de incentivo, e por todo o amor que têm por mim;
- Ao meu namorado, José Carlos, pela paciência, carinho e apoio;
- A todos os meus familiares, pela força e apoio, e por se alegrarem comigo a cada nova conquista;
- A minha orientadora, professora Maria Inês, pela orientação e pela confiança em meu trabalho;
- A professora Edleide, que me auxiliou nas análises microbiológicas;
- A professora Samara, pelo auxílio com as análises estatísticas;
- A professora Andrelina (Lia), pelo auxílio com o material de embalagem;
- A funcionária Ana, pelos serviços prestados;
- A todas as professoras e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, que muito contribuíram para minha formação;
- A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;
- A Diana, pelo auxílio com a metodologia de processamento da fruta estruturada;
- A Jaqueline, Rosa, Diná, Marconi e Beatriz, pela ajuda com a análise sensorial;
- A todos os meus colegas de laboratório, pelos momentos de descontração e risadas, em meio à correria dos experimentos;
- Aos meus amigos do grupo jovem Ágape, por me ouvirem nos momentos difíceis, pelas palavras de força, pela torcida.
- A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“A maior recompensa pelo nosso trabalho não é o que nos pagam por ele, mas aquilo em que ele nos transforma.”

John Ruskin

RESUMO

A fruta estruturada mista de acerola e ciriguela é um alimento desenvolvido na Universidade Federal Rural de Pernambuco, que se destaca pelo alto teor de vitamina C. Por ser um produto ainda em fase experimental, não há estudos sobre sua vida de prateleira. Assim, o objetivo deste estudo foi determinar a vida de prateleira da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela, armazenada em embalagem de polipropileno e envolta em folha de alumínio, em refrigeração. Avaliou-se a vida de prateleira por análises microbiológicas de contagem de aeróbios totais, contagem de coliformes e contagem de bolores e leveduras; análises físicas de cor e textura; físico-químicas de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, atividade de água, umidade e ácido ascórbico; análise sensorial, pelo teste de aceitação, adotando-se o limite de aceitabilidade de 6 pontos, e também pela intenção de compra dos prováveis consumidores. Os resultados microbiológicos indicaram que a fruta estruturada permaneceu estável durante 30 dias. A análise de cor mostrou que as alterações não seriam perceptíveis pelo consumidor, enquanto a textura instrumental demonstrou a diminuição da firmeza do produto. A fruta estruturada perdeu umidade para o ambiente, assim como sua atividade de água diminuiu durante o armazenamento. O teor de sólidos solúveis não apresentou alterações durante o estudo. Ao final da vida de prateleira, o produto ainda apresentou altos níveis de ácido ascórbico. Não houve alteração dos atributos sensoriais. Dentre os atributos avaliados, a textura foi a que mais afetou a qualidade do produto. A fruta estruturada apresenta potencial para ser inserida no mercado; no entanto, são necessários estudos complementares visando aperfeiçoar o aroma do produto e prolongar sua estabilidade microbiológica. O estabelecimento da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela no mercado estimulará a produção local dessas frutas, além de contribuir para o fornecimento de um produto nutritivo à população.

Palavras-chave: tempo de vida útil; frutas tropicais; ácido ascórbico; atividade de água; avaliação sensorial.

ABSTRACT

The mixed structured fruit of acerola and red mombin fruit is a food developed at the Federal Rural University of Pernambuco, which stands out for its high content of vitamin C. Being a product still under development, there are no studies about its shelf life. Thus, the objective of this study was to determine the shelf life of mixed structured fruit of acerola and red mombin fruit, stored in polypropylene packaging, and wrapped in alumin foil, under refrigeration. We evaluated the shelf life through microbiological testing of aerobic count, coliform count and yeast and mold count; physical analysis of color and texture; physico-chemical analysis of pH, titratable acidity, soluble solids, water activity, moisture and ascorbic acid; sensory analysis, by acceptance test, adopting the acceptability limit of 6 points, and also the purchase intent. Microbiological results indicated that structured fruit remained stable during 30 days of storage. Color analysis showed that the changes would not be discernible by the consumer, while the instrumental texture showed the decrease of strength of the product. The structured fruit lost moisture to the environment, and its water activity decreased during storage. The soluble solids showed no changes. At the end of shelf life, the product still showed high content of ascorbic acid. There was no change of the sensory attributes. Among the attributes evaluated, the texture was the most affected product quality. The structured fruit has potential to be placed on the market; however, additional studies are needed to improve the flavor of product and prolong its microbiological stability. The establishment of mixed structured fruit of acerola and red mombin fruit on the market will stimulate the local production of these fruits, besides contributing to the supply of a nutritional product to the population.

Key Words: shelf life; tropical fruits; ascorbic acid; water activity; sensory analysis.

SUMÁRIO

Introdução.....	1
Objetivos.....	3
CAPÍTULO I.....	4
REVISÃO DE LITERATURA.....	4
1.Acerola (<i>Malpighia ermaginata</i> D.C.).....	4
2.Ciriguela (<i>Spondias purpurea</i> L.).....	5
3.Fruta estruturada.....	6
4.Vida de prateleira de alimentos.....	8
5. Referências bibliográficas.....	24
CAPÍTULO II.....	34
ARTIGO: ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA DA FRUTA ESTRUTURADA MISTA DE ACEROLA E CIRIGUELA.....	34
Resumo.....	34
Abstract.....	35
Introdução.....	36
Material e métodos.....	37
Resultados e discussão.....	43
Conclusão.....	54
Referências bibliográficas.....	55
Apêndice A.....	58
Apêndice B.....	59
Anexo.....	61

INTRODUÇÃO

A mudança no perfil dos consumidores em relação aos alimentos é crescente. O anseio por produtos novos, nutritivos, com apelo “natural”, e que possuam boa relação custo-benefício estimula o mercado a buscar novas alternativas para o processamento de alimentos. As frutas são uma das maiores fontes de substâncias biologicamente ativas, como vitaminas e compostos com atividade antioxidante (ALOTHMAN; BHAT; KARIM, 2009), e por isso são essenciais para a manutenção da saúde, além de servirem de matéria-prima para a elaboração de vários produtos, tais como polpas, geléias, doces, sorvetes, etc.

O Brasil é o terceiro produtor mundial de frutas, ficando atrás somente da China e da Índia (FAO, 2010). A Região Nordeste é uma das mais importantes produtoras de frutas e hortaliças do país. Apesar disso, algumas frutas do Semiárido nordestino são pouco conhecidas e apreciadas, como por exemplo a ciriguela (*Spondias purpurea* L.), que tem importância no comércio local, sendo fonte de renda para muitas famílias da região. Outra fruta muito apreciada na região é a acerola (*Malpighia ermaginata* D.C.), conhecida por seu alto teor de vitamina C. Ambas possuem boas características sensoriais, além de terem bom potencial nutritivo, e serem fonte de antioxidantes. Entretanto, essas frutas se deterioram rapidamente, havendo a necessidade de técnicas que prolonguem sua oferta durante um período maior de tempo, agregando valor aos produtos.

Dentre as opções, está a estruturação de polpas de frutas, técnica em que são adicionados hidrocolóides à polpa, produzindo um alimento de textura agradável e com valor agregado. A fruta estruturada mista de acerola e ciriguela, desenvolvida por uma aluna do curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural de Pernambuco, com número de pedido de patente BR 10 2012 026670 9 A2, é um produto promissor, por reunir o potencial nutritivo de ambas as frutas em um só produto, apresentando boas características nutricionais, com altos níveis de ácido ascórbico. Além disso, não possui conservantes e corantes em sua formulação, e apresenta bom índice de aceitabilidade.

Uma etapa essencial no desenvolvimento de um novo produto é a determinação de sua vida de prateleira, que consiste em avaliar as reações que ocorrem no alimento durante o seu armazenamento, e estimar o tempo em que ele permanece estável do ponto de vista físico, físico-químico, sensorial e microbiológico. A embalagem está intimamente relacionada à vida de prateleira de um alimento, por protegê-lo do contato com o ambiente externo. A escolha do

material de embalagem adequado depende das características do alimento, e é essencial para a manutenção de suas características nutricionais e sensoriais (SIRACUSA, 2008).

O tempo de vida de prateleira depende da natureza do produto, que é decisiva nas reações que predominarão durante o armazenamento e que, conseqüentemente, terão maior influência em sua qualidade. Essas reações dependem de uma série de fatores, tais como temperatura, concentração de reagentes, umidade relativa, permeabilidade do material de embalagem à umidade, gases, luz, etc (AZEREDO, 2012).

Além das análises físicas, físico-químicas e microbiológicas, a análise sensorial é também uma importante ferramenta para a determinação da vida de prateleira dos produtos alimentícios, por determinar os atributos que se alteram mais rapidamente, e detectar quando as mudanças são perceptíveis. Há vários testes passíveis de serem empregados para a análise sensorial da vida de prateleira de um alimento, que podem incluir painéis treinados e/ou estudos com consumidores. No entanto, alguns autores reportam a vantagem dos testes com consumidores em relação ao uso de painéis treinados, uma vez que representam a percepção e a opinião do consumidor em relação ao produto avaliado (HOUGH *et al.*, 2003).

Por se tratar de um produto novo, torna-se necessário identificar as alterações às quais a fruta estruturada mista de acerola e ciriguela estará sujeita durante o seu armazenamento, e estabelecer o quanto da qualidade inicial pode ser perdida antes do produto ser considerado inadequado para o consumo humano.

OBJETIVOS

- OBJETIVO GERAL

Determinar o tempo de vida de prateleira da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela.

- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a estabilidade microbiológica durante o armazenamento da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela;

- Verificar a alteração dos parâmetros físicos, físico-químicos e sensoriais durante o armazenamento da fruta estruturada;

- Determinar os atributos sensoriais de maior influência na qualidade do produto, que limitarão sua vida de prateleira;

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

1. ACEROLA (*MALPIGHIA ERMAGINATA* D.C.)

A acerola ou cereja das Antilhas (*Malpighia glabra*, Linn., *Malpighia puniceifolia* L., *Malpighia emarginata* DC.) é uma planta frutífera, originária de Yucatan e distribuída do sul do Texas até o México e na, América Central, do norte da América do Sul ao Caribe, sendo as maiores plantações de acerola localizadas na América do Sul (Brasil) e na Índia (LORENZI *et al.*, 2006; DE ASSIS *et al.*, 2009). Sua forma pode ser oval e subglobosa, com diâmetro entre 1 e 2 centímetros e 20 g de peso (RUFINO *et al.*, 2010), com casca vermelho-brilhante ou eventualmente alaranjada, e polpa vermelho-alaranjada (BRITO *et al.*, 2007).

A acerola é particularmente conhecida pelo seu alto teor de vitamina C, em torno de 1000-4500 mg de vitamina C/100 g do fruto (PINO; MARBOT, 2001; JOHNSON, 2003), e tem sido muito utilizada para aumentar os níveis séricos de vitamina C em idosos e crianças (BRITO *et al.*, 2007). Os frutos totalmente maduros têm um teor de ácido ascórbico um pouco menor que o fruto em estado de prematuração (ASSIS *et al.*, 2001). Além da vitamina C, também possui carotenoides, tiamina, riboflavina, niacina, proteínas e sais minerais, principalmente ferro, cálcio e fósforo, além de possuir alta atividade antioxidante (ASSIS, 2000; HANAMURA; HAGIWARA; KAWAGISHI, 2005; OLIVEIRA, 2012). Portanto, esta fruta tem grande potencial na indústria alimentícia como fonte de vitamina C e fenóis para serem usados como suplementos nutricionais ou como aditivos para melhorar o valor nutricional de outros produtos (HANAMURA; UCHIDA; AOKI, 2008; SOUZA *et al.*, 2011).

A acerola é muito apreciada devido a seu *flavor* e cor (PINO; MARBOT, 2001; JOHNSON, 2003). Nas condições edafoclimáticas brasileiras, acerolas apresentam valores de sólidos solúveis que variam de 5 a 12° Brix, com média em torno de 7 a 8° Brix (GONZAGA NETO *et al.*, 1999; SEMENSATO *et al.*, 2000). Quando madura, a acerola é consumida principalmente como suco, e assim como outros frutos climatéricos tropicais, apresenta um período de pós-colheita curto, de no máximo quatro dias, devido ao seu metabolismo acelerado e sua frágil estrutura (CARRINGTON; KING, 2002; ANTONIALI *et al.*, 2007).

O consumo *in natura* da acerola é limitado, pois é um fruto com semente relativamente grande e muito perecível. A fruta, entretanto, apresenta bom rendimento da

polpa, facilitando o desenvolvimento de produtos. Esta fruta tem sido processada na forma de sucos, geleias, sorvetes, xaropes, licores, purês, entre outros produtos (PORCU; RODRIGUEZ-AMAYA, 2006; OLIVEIRA *et al.*, 2013), e tem se tornado muito popular no consumo diário (HANAMURA *et al.*, 2006), além de ser utilizada também como matéria-prima na indústria farmacêutica e na elaboração de muitos outros subprodutos (MACIEL *et al.*, 2009; YAMASHITA *et al.*, 2003; NOGUEIRA *et al.*, 2002).

2. CIRIGUELA (*SPONDIAS PURPUREA* L.)

O gênero *Spondias* pertence à família *Anacardiaceae*, encontrando-se disseminado em toda a área tropical da América, África e Ásia (CEVA-ANTUNES *et al.*, 2006; MILLER; SCHAAL, 2005; ADEDEJI *et al.*, 1991), compreendendo aproximadamente dezessete espécies (BICAS *et al.*, 2011). No Brasil as *Spondias* encontram-se disseminadas em todas as regiões, exceto na região Sul. No Nordeste brasileiro ocorrem seis espécies: umbuzeiro (*S. tuberosa* Arr. Câm); cajazeira ou taperebazeiro (*S. mombim* L. – sin. *S. lutea* L.); cirigueleira ou sirigueleira (*S. purpurea* L.); cajarana ou cajá-mangueira (*S. dulcis* Forst. – sin. *S. cythearea* Sonn.); umbu-cajazeira ou cajá-umbuzeiro (*Spondias* spp.) e umbugueleira (*Spondias* spp.) (LEDERMAN *et al.*, 2008).

A safra da ciriguela (Figura 1) no Nordeste brasileiro ocorre entre os meses de dezembro a fevereiro. Sua exploração é extrativista e se concentra nas regiões nordestinas semi-áridas do Agreste e Sertão, e em menor proporção nas regiões da Zona da Mata. Durante o período de produção são gerados vários empregos informais, desde a colheita do fruto até sua comercialização como fruta fresca nas Centrais de Abastecimento - Ceasas, feiras livres, supermercados e pontos de vendas em ruas e rodovias de acesso às grandes cidades do Nordeste (PINTO, 1997; SOUZA, 1998).

Figura 1- Ciriguela (*Spondias purpurea* L.)



Fonte: www.informacaonutricional.blog.br

A ciriguela possui aroma e sabor agradáveis, que são alguns dos critérios de qualidade mais importantes para alimentos frescos e processados (CEVA-ANTUNES *et al.*, 2006), podendo ser consumida *in natura*, ou na forma de sucos e outros produtos, como geleias e diferentes doces, bebidas fermentadas, vinhos, sorvetes (AUGUSTO; CRISTIANINI; IBARZ, 2012; AUGUSTO *et al.*, 2000; MILLER; SCHAAL, 2005).

Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO (2006) 100g de ciriguela possui cerca de 1,4 g de proteínas, 0,4 g de lipídeos, 18,9 g de carboidratos, 3,9 g de fibra alimentar. Apresenta também 2,76 mg de sódio, 264,60 mg de potássio, 23,52 mg de cálcio, 3,21 mg de magnésio, 21,38 mg de fósforo, 13,11 µg de cobalto, 29,36 µg de níquel (ALMEIDA *et al.*, 2009) e teor moderado de antioxidantes (29,6 mg/100g de ácido ascórbico; 1,35 mg TA/100 g de antocianinas totais; 55 mg GAE/100 g de fenólicos totais) (ALMEIDA *et al.*, 2011).

3. FRUTA ESTRUTURADA

Alimento estruturado, “designed food” ou “engineered food”, de acordo com Fizman e Duran (1992), um dos pioneiros no desenvolvimento deste produto, refere-se a alimentos elaborados empregando-se matérias-primas de baixo custo, provenientes de frutas que se encontram fora de classificação para comercialização *in natura* ou excedentes de produção durante o período de safra. A essas matérias-primas adicionam-se hidrocolóides, que atuam como agentes de união, facilitando o corte e retendo a umidade (alimento de umidade intermediária), contribuindo para uma melhor textura do produto.

A fruta estruturada é um produto que tem aplicações similares aos “couros de frutas” (“leather fruit”), podendo ser usada na formulação de produtos de confeitaria, alimentos congelados, ou também consumidos na forma como se apresentam, como um confeito (VIJAYANAND *et al.*, 2000). O “couro de frutas”, que também pode ser chamado de “barra de frutas” (“fruit bar”), é um produto obtido pela desidratação de finas camadas de purê de frutas e outros ingredientes, podendo ser feito com diversas frutas, tais como maçã, damasco, uva, jaca, kiwi, laranja, etc (HUANG; HSIEH; 2005; KARANTHANOS; BELESSIOTIS, 1997). Esses produtos são formulados com fruta e solutos, como açúcar e combinações de

polissacarídeos para alcançar a textura desejada associada a outras características funcionais e sensoriais (FISZMAN; DURAN, 1992).

As frutas estruturadas, bem como seus similares (“couro de frutas”, “barra de frutas”), são classificadas como alimentos de umidade intermediária, que segundo Jay (2005), são os que possuem atividade de água na faixa entre 0,60 e 0,85 e teor de umidade entre 15 e 50%. Esta redução da umidade ocorre devido à adição de solutos, que interagem com a água presente, tornando-a indisponível, concentrando o alimento (REID; FENNEMA, 2008).

A produção da fruta estruturada ocorre pelo processo de gelificação dos hidrocolóides utilizados em sua formulação. Segundo Bemiller e Huber (2008), um gel é uma rede tridimensional contínua de moléculas ou partículas conectadas (como cristais, gotículas de emulsões ou agregados moleculares/fibrilas) que retém um grande volume de uma fase contínua, de modo semelhante a uma esponja. Em muitos produtos alimentícios, a rede do gel é constituída por um polímero de moléculas ou por fibrilas unidas em zonas de associação por ligação iônica, forças de van der Waals, ligações iônicas cruzadas, entrelaçamento, ou ligações covalentes. A escolha da goma específica para uma determinada aplicação depende da viscosidade ou da força de gel desejada, da reologia desejada, do pH do sistema, das temperaturas de processamento, de interações com outros ingredientes, da textura desejada, do custo e da quantidade necessária para a obtenção das propriedades desejadas.

A adição da polpa de fruta tende a enfraquecer o gel. Esse efeito depende, entre outros fatores, do tipo de polpa (WEINER; NUSSINOVITCH, 1994). Por outro lado, nos géis elaborados com um adequado teor de polpa há um decréscimo na sinérese, devido ao aumento da pressão osmótica do sistema (NUSSINOVITCH *et al.*, 1991).

Alguns estudos realizados têm obtido alimentos de umidade intermediária com boa qualidade. Azeredo *et al.* (2006) desenvolveram couros de manga a partir da secagem do purê da fruta, obtendo um produto com reduzida atividade de água (0,62), sem adição de conservantes nem açúcar, e estável durante pelo menos 6 meses. Ruiz *et al.* (2012) produziram couros de maçã-verde, adicionando na formulação sacarose, ácido cítrico e metabissulfito de potássio, e submetendo a mistura à secagem, obtendo um produto com atividade de água de 0,7 e estável por um período acima de 7 meses. Vijayanand *et al.* (2000), estudando barra de frutas de goiaba com teor de umidade de 14%, obtiveram um produto estável por pelo menos 90 dias.

No Brasil, as pesquisas para o desenvolvimento de frutas estruturadas têm focado a diversidade de frutas existentes no país. Assim, pode-se citar o trabalho de Grizotto *et al.* (2005), que desenvolveram frutas estruturadas a partir de polpas concentradas de mamão, abacaxi e manga, utilizando um reduzido teor de açúcar. Oliveira *et al.* (2012) desenvolveram frutas estruturadas de abacaxi, obtendo boa aceitabilidade, e teores significativos de fibras e vitamina C. Cavalcanti (2012) obteve os parâmetros tecnológicos para a elaboração de uma fruta estruturada mista de acerola e ciriguela, avaliando a combinação de diferentes proporções de polpa dessas frutas, bem como os teores de hidrocolóides (alginato, pectina e gelatina), glicerol, açúcar e fosfato de cálcio sobre as características físico-químicas e aceitação sensorial. Obteve, ao final, uma formulação que se destacou por apresentar boa aceitabilidade e alto teor de vitamina C. Esta formulação foi patenteada, com número de pedido de patente BR 10 2012 026670 A2.

Apesar do enfoque no desenvolvimento e otimização dos parâmetros tecnológicos para a produção de fruta estruturada, poucos são os estudos existentes para avaliar sua estabilidade durante o armazenamento. Assim, tem-se o trabalho de Grizotto *et al.* (2006), que estabeleceram a vida de prateleira da fruta estruturada da polpa concentrada de mamão e avaliaram as reações que mais afetaram a qualidade do produto. Ao final do estudo, o produto, cuja atividade de água era de 0,6, teve sua vida de prateleira estimada em 154 dias, sendo microbiologicamente estável. Os parâmetros de qualidade global e textura sensorial foram os que mais influenciaram a qualidade do produto durante o armazenamento da fruta estruturada.

4. VIDA DE PRATELEIRA DE ALIMENTOS

O termo “vida de prateleira” é amplamente definido na literatura. Algumas dessas definições incluem: “período de tempo no qual o alimento se torna inaceitável do ponto de vista sensorial, nutricional e microbiológico” (FU; LABUZA, 1993), “tempo compreendido desde a produção até o momento em que o alimento é rejeitado” (ROBERTSON, 2006), “verificação dos sistemas de estabilização que fazem parte do produto” (ANTONINUS, 2011); “período de tempo durante o qual o produto é aceito pelo consumidor, tendo níveis satisfatórios de qualidade” (GIMÉNEZ *et al.*, 2012). A determinação da vida de prateleira de

um produto depende da sua natureza e, conseqüentemente, das reações que terão maior influência na sua qualidade (MANZOCCO; LAGAZIO, 2009).

Segundo Schimidt e Bouma (1992), a determinação precisa da vida de prateleira de um produto alimentício é de fundamental importância para o seu sucesso comercial, e deve exceder o tempo mínimo necessário para a sua distribuição, desde o seu processamento até o consumidor final. Entretanto, a necessidade de conhecimento não é restrita somente à distribuição. O tempo máximo de armazenamento deve sempre ser avaliado no desenvolvimento ou reformulação de novos produtos, mudanças na embalagem ou nas condições de armazenamento (VILLANUEVA; TRINDADE, 2010).

Algumas das variáveis que devem ser consideradas quando se trabalha com vida de prateleira são a natureza do alimento, sua composição, os ingredientes, o processamento ao qual foi submetido, a embalagem usada para acondicioná-lo, e as condições de armazenamento, distribuição e manipulação, tanto por parte de revendedores, como também pelo consumidor. Não há dúvidas de que o aspecto mais importante a ser garantido durante a vida de prateleira é a salubridade. Ou seja, o primeiro passo é a certificação de que o consumidor não sofrerá danos ao ingerir o alimento durante o período estabelecido de vida de prateleira (HOUGH, 2010).

Ao se escolher critérios para se determinar a vida de prateleira de um alimento, deve-se selecionar um critério cuja degradação seja passível de ser mensurada, tais como mudanças na qualidade ou na salubridade. Uma característica que mude subitamente sem algum antecedente ou precursor mensurável não é satisfatória. Alguns critérios que podem ser escolhidos são: mudanças microbiológicas, nutricionais, tais como a queda dos níveis de vitamina C em alimentos que sejam fonte desse nutriente; perda ou mudança de coloração; exsudação ou perda por gotejamento; transferência de umidade; surgimento de odores indesejáveis; mudanças nas propriedades funcionais; mudanças na textura, tais como endurecimento, amolecimento, perda de crocância, etc. Raramente uma única característica é determinante para o fim da vida de prateleira, pois algumas delas decaem concomitantemente (ANTONINUS, 2011; AZEREDO; BRITO; GARRUTI, 2012). Algumas mudanças indesejáveis que podem ocorrer durante a vida de prateleira estão listadas no quadro 1.

Quadro 1 – Classificação das alterações indesejáveis que podem ocorrer nos alimentos.

Atributo	Mudança indesejável
Textura	a- perda de solubilidade b- perda da capacidade de retenção de água c- endurecimento d- amolecimento
Sabor / Aroma	Desenvolvimento de: e- rancidez (hidrolítica ou oxidativa) f- sabor / aroma de “cozido” ou caramelo g- outros “off-flavors”
Cor	h- escurecimento i- Clareamento j- Outras alterações de coloração
Aparência	k- Aumento do tamanho das partículas l- Diminuição do tamanho das partículas m- Não uniformidade do tamanho das partículas
Valor nutritivo	Perda ou degradação de: n- Vitaminas o- Minerais p- Proteínas q- Lipídeos

Fonte: Robertson (2006).

A vida de prateleira de um alimento depende de três fatores: 1. Fatores intrínsecos, relativos às características do produto, tais como pH, atividade de água, enzimas, microrganismos, concentração de componentes reativos, formulação e parâmetros de processamento; 2. Propriedades da embalagem, uma vez que a deterioração de alimentos embalados envolve a transferência que ocorre entre os ambientes interno e externo; 3. Fatores extrínsecos, relativo ao ambiente ao qual o produto é exposto durante a sua distribuição e armazenamento, tais como temperatura, umidade relativa, luz, pressão total e parcial de diferentes gases, bem como estresse mecânico, incluindo a manipulação pelo consumidor. Muitos desses fatores podem afetar as taxas de reações deteriorativas que ocorrem durante a vida de prateleira do alimento (ROBERTSON, 2006). Outro fator importante é o tempo, que está relacionado ao total de alterações químicas e/ou biológicas que ocorrem no alimento e à maneira como estas se combinam para determinar sua qualidade (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2008).

4.1. Embalagem em Alimentos

A embalagem exerce uma série de funções para o alimento, como a contenção, proteção contra a contaminação e deterioração, facilitação do transporte, armazenamento e manipulação pelo consumidor, e fornecimento de informações sobre o produto (ROBERTSON, 2006; HAN, 2014; RESTUCCIA *et al.*, 2010). A embalagem estende a vida de prateleira e mantém a qualidade e a segurança do alimento, pois previne a deterioração da qualidade devido a influências do ambiente (MARSH; BUGUSU, 2007).

A qualidade do alimento embalado está diretamente relacionada às características do alimento e do material da embalagem. Muitos produtos alimentícios perdem qualidade devido a fenômenos de transferência de massa, tais como absorção de umidade, entrada de oxigênio, perda de aroma, absorção de odores indesejáveis, e migração de componentes da embalagem para o alimento (KESTER; FENNEMA, 1986). Este fenômeno pode ocorrer entre o alimento e a atmosfera, entre o alimento e a embalagem, ou entre os componentes do alimento (KROCHTA, 1997). A seleção de um material de embalagem adequado é primariamente determinada pelo tipo e pelas propriedades do alimento (SIRACUSA, 2008), e é um ponto crucial para o mercado de alimentos (SIRACUSA, 2012).

Dentre as matérias-primas disponíveis para a aplicação em embalagens, o plástico é um dos mais utilizados, sendo o segundo material mais escolhido pelos engenheiros de embalagens (KIM; MIN; KIM, 2014). Os polímeros plásticos derivados do petróleo, tais como o polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC), polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS) e poliamida (PA) têm sido bastante utilizados como materiais de embalagem devido a sua ampla disponibilidade, custo relativamente baixo, boas propriedades mecânicas, tais como resistência à tração e ao rasgo, boa barreira ao oxigênio, gás carbônico e compostos de aroma, termosselabilidade, entre outros (SIRACUSA, 2008).

A proteção contra a troca de gases e vapor d'água entre os alimentos e o ambiente depende da integridade da embalagem, incluindo as áreas de selagem e costuras, assim como a permeabilidade do material de embalagem. Há dois processos pelos quais gases e vapores d'água podem passar através de materiais poliméricos: 1. Os gases e vapores fluem através de poros microscópicos, pequenos orifícios e fissuras no material de embalagem; 2. Gases e

vapores d'água se dissolvem em uma das superfícies do polímero, difundem-se através da embalagem em virtude de um gradiente de concentração, e evaporam em outra superfície do polímero (ROBERTSON, 2006). O conceito de permeabilidade é normalmente associado com a avaliação quantitativa das propriedades de barreira do plástico. Por isso, em geral, um plástico que tem boa barreira possui baixa permeabilidade (SIRACUSA, 2012; ROBERTSON, 2006).

O polipropileno (PP) é uma poliolefina obtida pela polimerização do propileno. É um polímero linear, com quase nenhuma insaturação. Na área de embalagem, o PP é muito usado para filmes, mono ou biorientados. O PP homopolímero apresenta densidade específica da ordem de 0,9 g/ml, ponto de fusão cristalina de 140 °C a 150 °C, boa barreira ao vapor d'água, média barreira a gases, boa resistência a óleos e gorduras e a produtos químicos, boa resistência à abrasão, boa estabilidade térmica e não é susceptível ao fissuramento sob tensão (GARCIA; SARANTÓPOULOS; COLTRO, 2008; KIM; MIN; KIM, 2014), além de possuir brilho e elevada clareza (ROBERTSON, 2006).

Outra matéria-prima importante no segmento de embalagens é o metal. Quatro tipos de metais são comumente utilizados para embalagem de alimentos: aço, alumínio, estanho e cromo. O alumínio é o constituinte metálico mais abundante da Terra, compreendendo 8,8% da crosta terrestre (ROBERTSON, 2006). O alumínio possui características únicas, tais como barreira contra fatores externos, leveza aliada à durabilidade e resistência à oxidação, o que explica por que a indústria de embalagens é a maior consumidora desse metal no mundo. Além disso, o metal é 100% reciclável, infinitamente. O alumínio em embalagens é empregado na forma de folhas para a fabricação de embalagens flexíveis e descartáveis, e em chapas de alumínio para a fabricação de tubos impactados, latas para bebidas e alimentos (ABAL, 2009).

Os materiais metálicos constituem excelente barreira contra a passagem de luz, umidade e gases. Desde que garantida a continuidade do material (ausência de poros) e a hermeticidade do sistema de fechamento, permeação através das embalagens metálicas é desprezível (AZEREDO; FARIA; BRITO, 2012).

4.2. Influência da atividade de água e da umidade nas reações químicas

De acordo com Reid e Fennema (2008), existe uma relação, apesar de imperfeita, entre o conteúdo de água de um alimento e sua perecibilidade. No entanto, diversos tipos de alimento com o mesmo conteúdo de água diferem significativamente em termos de perecibilidade, o que indica que o teor de água por si só não é um indicador confiável. Este fato é atribuído, em parte, às diferenças de intensidade com a qual a água está associada a constituintes não aquosos. Desta forma, espera-se que a água fortemente associada seja menos capaz de dar suporte a atividades de degradação, como crescimento de microrganismos e reações químicas hidrolíticas, que a água pouco associada. Assim, o termo “atividade de água” (A_w / A_a) foi desenvolvido para indicar a intensidade com a qual a água associa-se a constituintes não aquosos.

A atividade de água, ou pressão de vapor relativa (FELLOWS, 2006; REID; FENNEMA, 2008) descreve o grau de disponibilidade dessa molécula para atuar como solvente e participar das reações químicas e bioquímicas, e esta disponibilidade é que determina a vida de prateleira de um alimento (ROBERTSON, 2006; FELLOWS, 2006). Em relação à deterioração de alimentos com base no fator água, o atributo mais importante é sua atividade de água, e não seu teor de umidade, uma vez que o simples teor de umidade não se baseia numa quantificação da água termodinamicamente disponível. Assim, o conceito termodinâmico de atividade de água é definido como (GRANT, 2004):

$$A_a = \frac{P}{P_0} = \frac{n_1}{n_1 + n_2},$$

em que:

P = pressão parcial de vapor da água contida no alimento.

P_0 = pressão de vapor da água pura, à mesma temperatura.

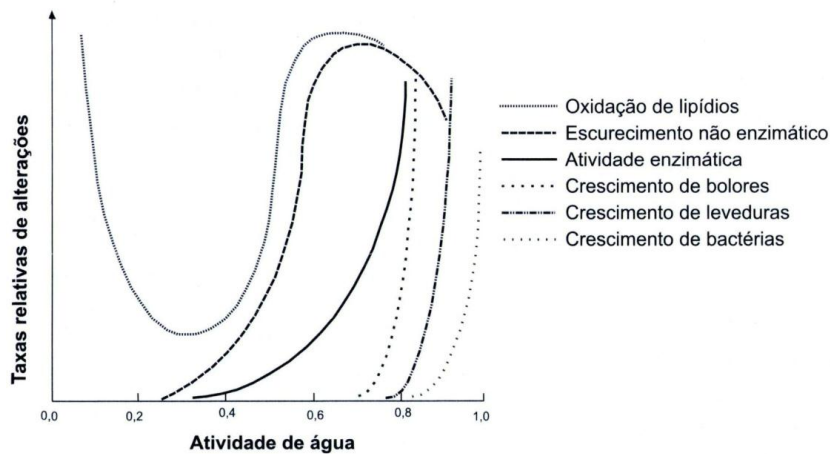
n_1 = número de moles do solvente (água).

n_2 = número de moles do soluto

Um importante aspecto prático da A_a é controlar reações químicas e enzimáticas que reduzem a vida de prateleira dos alimentos. Sabe-se que as taxas de alterações nas

propriedades dos alimentos podem ser minimizadas ou aceleradas em diferentes valores de atividade de água. Pequenas mudanças na Aa podem resultar em grandes mudanças nas taxas das reações (ROBERTSON, 2009), conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2- Taxas relativas das principais alterações de alimentos em razão da atividade de água.



Fonte: Robertson (2009).

Os conceitos de atividade de água e de umidade relativa (UR) estão intimamente relacionados. A atividade de água pode ser expressa como umidade relativa do produto ($Aa \times 100$). Quando um alimento está em equilíbrio com o ambiente, sua Aa se iguala à UR do ambiente. Assim, se estocados em ambientes com UR superior à sua Aa, os alimentos tendem a absorver umidade do ambiente, mas perderão umidade, se estocados em ambientes com UR inferior à sua Aa. Portanto, é a Aa do alimento, e não o seu teor de umidade, que determina se o produto tenderá a ganhar ou perder umidade. Por exemplo, se um produto com 70% de umidade e Aa de 0,90 for estocado num ambiente com UR de 80%, ele tende a perder umidade, uma vez que a UR do produto ($0,90 \times 100 = 90\%$) é maior que a UR do ambiente (80%) (AZEREDO *et al.*, 2012).

4.3. Influência da temperatura nas reações químicas

Durante o processamento e o armazenamento de alimentos, a temperatura é, talvez, a variável mais importante em decorrência da sua influência em todos os tipos de reações químicas (FENNEMA; DAMODARAN; PARKIN, 2008). É o fator chave que determina a taxa das reações deteriorativas que ocorrerão no alimento (ROBERTSON, 2006), visto que seu aumento conduz à elevação das taxas de deterioração (PALAZÓN *et al.*, 2009). A relação mais comumente usada para expressar o efeito da temperatura nas taxas de deterioração é o modelo de Arrhenius (ROBERTSON, 2006; HOUGH, 2010; AZEREDO, 2012), que pode ser expresso da seguinte forma:

$$k = k_0 e^{\frac{-E_A}{RT}}$$

Onde: k = constante da reação; k_0 = constante para cada sistema, relacionado à frequência de colisões moleculares; E_A = energia de ativação (energia mínima requerida para que uma reação se inicie); R = constante universal dos gases (8,31 J.mol⁻¹.K⁻¹); T = temperatura absoluta (K).

A temperatura é o fator ambiental mais estudado na estabilidade de alimentos, não só pelo seu efeito sobre as taxas de reações, mas também por ser um fator totalmente imposto pelo ambiente ao alimento, enquanto outros fatores ambientais, como UR, podem ser ao menos parcialmente controlados pela embalagem (AZEREDO; BRITO; GARRUTI, 2012).

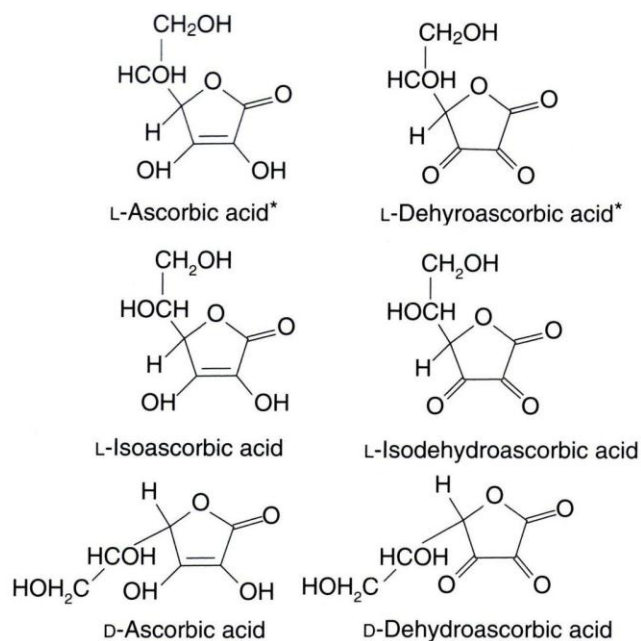
A diminuição da temperatura leva a uma redução na mobilidade molecular. As diferentes espécies moleculares do alimento podem ter características próprias de mobilidade. Duas situações são possíveis. Na mais simples, à medida que a temperatura diminui, chega um momento em que a mobilidade das moléculas torna-se tão difícil, que sua difusão fica muito restrita, e os processos que dependem de sua mobilidade têm sua velocidade muito reduzida. Na situação mais complexa, ao se diminuir a temperatura, uma fase sólida nova começa a se deparar, sendo mais relevante durante o congelamento (REID; FENNEMA, 2008).

4.4. Oxidação do ácido ascórbico

O ácido ascórbico (AA) é um composto solúvel em água que possui seis carbonos. O AA é um dos mais importantes ácidos orgânicos encontrados em frutas e hortaliças, tendo uma importante contribuição no valor nutricional desses alimentos. Seu teor tem sido usado não somente como índice nutricional, mas também para avaliar os efeitos do processamento, uma vez que é um composto instável (LIN; DURANCE; SCAMAN, 1998; MELÉNDEZ-MARTÍNEZ *et al.*, 2007; HIATT; TAYLOR; MAUER, 2010).

O AA contém dois centros opticamente ativos, nas posições C4 e C5. O ácido L-isoascórbico, o isômero óptico na posição C-5, e o ácido D-isoascórbico (D-AA), um isômero óptico na posição C4, comportam-se de modo parecido ao do AA, quimicamente, mas esses compostos não têm, de fato, atividade de vitamina C (GREGORY III, 2008). As estruturas dos ácidos L-isoascórbico, D-isoascórbico e suas formas isoméricas estão ilustradas na Figura 3. Devido a sua atividade antioxidante, o AA exerce um papel crucial em várias vias metabólicas (AHVENAINEN, 1996; LEE; KADER, 2000; GÜLÇIN *et al.*, 2010).

Figura 3- Estruturas do L-AA e L-DHAA e suas formas isoméricas. (*indica atividade de vitamina C).



Fonte: Gregory III (2008).

A degradação química do ácido L-ascórbico envolve, principalmente, oxidações para ácido L-dehidroascórbico (DHAA), que ainda apresenta atividade biológica, seguidas de hidrólise para ácido 2,3-dicetogulônico, bem como oxidação, desidratação e polimerização adicionais para a formação de diversos outros produtos nutricionalmente inativos. A perda de atividade de vitamina C durante a degradação oxidativa do AA ocorre com a hidrólise do DHAA lactona, para a formação de ácido 2,3-dicetogulônico. O mecanismo de degradação deste ácido pode ser diferente, dependendo da natureza do sistema alimentar ou do meio de reação (GREGORY III, 2008).

A degradação do AA pode seguir a via aeróbica e / ou anaeróbica (VIEIRA; TEIXEIRA; SILVA, 2000), dependendo de alguns fatores, tais como oxigênio, calor, luz, atividade de água, presença de íons metálicos, como Cu^{+2} e Fe^{+3} , temperatura e tempo de estocagem. Ambas as vias de degradação levam à formação de pigmentos escuros. A degradação por via aeróbica é caracterizada pela oxidação do AA para DHAA, enquanto a via anaeróbica ainda não tem seu mecanismo completamente elucidado. A degradação anaeróbica é relativamente insignificante como meio de perda de vitamina na maioria dos alimentos, sendo mais significativo para produtos enlatados, tais como legumes, tomate e sucos de fruta após esgotamento do oxigênio residual. Entretanto, mesmo nesses produtos, a perda de AA ocorre com muita lentidão (GREGORY III, 2008).

A degradação do AA é um fenômeno que ocorre durante o processamento e o armazenamento (MANSO *et al.*, 2001). Esta degradação afeta as características sensoriais dos alimentos processados, tais como sabor e cor (SHEPHARD *et al.*, 1999; YUAN; CHEN, 1998), e as reações envolvidas nesse processo são frequentemente responsáveis por mudanças importantes na qualidade que ocorrem no armazenamento de alimentos, limitando a vida de prateleira (AL-ZUBAIDY; KHALIL, 2007). Além da estocagem prolongada, as perdas de AA também são acentuadas por altas temperaturas e baixa umidade relativa (LEE; KADER, 2000; MERCALI *et al.*, 2012).

O teor de AA em sucos de frutas comerciais, armazenados em temperatura ambiente e sob refrigeração, foi estudado por Kabasakalis *et al.* (2000), que observaram taxas de degradação de até 41 % nos sucos estocados em temperatura ambiente. Sablani *et al.* (2007) obtiveram correlação entre a degradação do ácido ascórbico e a atividade de água, observando que o aumento da atividade de água levou ao aumento nas taxas de degradação. Bosch *et al.* (2013), avaliando o teor de ácido ascórbico em alimentos à base de frutas para crianças armazenados em embalagens à vácuo, sob diferentes temperaturas, observaram ao final da

vida de prateleira, 100 % e 60 % de retenção de ácido ascórbico para os produtos armazenados a 4 °C e 25 °C, respectivamente. Estes autores atribuíram o alto valor de retenção de AA da amostra refrigerada à atmosfera anaeróbia no interior da embalagem, além da baixa temperatura.

4.5. Análise sensorial em estudos de vida de prateleira

Os alimentos, por serem sistemas complexos, sofrem diversas alterações ao longo de seu armazenamento, que podem ser de ordem física, química, microbiológica e sensorial. Desta maneira, ao se estudar a vida de prateleira de um alimento, todos esses fatores devem ser considerados. E a análise sensorial é um campo que tem grande importância neste tipo de estudo, pois, mesmo que o alimento esteja seguro para o consumo e com suas características nutricionais preservadas, se seus atributos sensoriais estiverem alterados, o consumidor poderá rejeitar o produto.

A fim de evitar problemas com o mercado consumidor, uma vez que a estabilidade físico-química e microbiológica do produto é assegurada, as alterações sensoriais que podem ocorrer durante o armazenamento e a distribuição e as implicações dessas alterações na aceitação do consumidor devem ser avaliadas (VILLANUEVA; TRINDADE, 2010; HOUGH, 2010). As características sensoriais dos alimentos não têm vida de prateleira por si próprias, pois dependem da interação do alimento com o consumidor (HOUGH *et al.*, 2003).

Há uma diferença acentuada entre as mudanças nas características sensoriais dos alimentos e a percepção do consumidor (GIMÉNEZ *et al.*, 2012), de forma que a utilização de um painel treinado nem sempre é a mais adequada, pois não é representativa da opinião do consumidor (ROBERTSON, 2006). Por esta razão, a avaliação dos consumidores é a mais adequada para determinar a vida de prateleira sensorial de um alimento (HOUGH *et al.*, 2003).

Em estudos de vida de prateleira sensorial, duas estratégias principais de armazenamento e avaliação das amostras têm sido usadas: o modelo básico e o modelo reverso. No modelo básico, um lote grande do produto é armazenado, e periodicamente, nos tempos desejados, as amostras são retiradas e avaliadas (HOUGH, 2010; LAWLESS;

HEYMANN, 2010). No modelo reverso, um conjunto de amostras com diferentes tempos de armazenamento é avaliado na mesma ocasião (HOUGH, 2010).

Quando um experimento de vida de prateleira é conduzido seguindo o modelo básico, as análises sensoriais e físico-químicas devem ser realizadas em cada tempo de armazenamento desejado, o que demanda diferentes ocasiões para cada análise (GIMÉNEZ *et al.*, 2012; HOUGH, 2010). Outra desvantagem deste modelo de estudo é o risco de o consumidor ou avaliador treinado ficarem cientes do objetivo do estudo e criar a expectativa de que as amostras estejam com qualidade inferior ao longo do tempo, levando a um viés nos resultados (HOUGH, 2010). Giménez *et al.* (2012) sugerem fornecer amostras frescas aos avaliadores em cada um dos dias de análise como forma de minimizar esse tipo de viés. O modelo básico de estudo de vida prateleira tem sido aplicado para vários produtos, dentre eles o iogurte probiótico (CRUZ *et al.*, 2010) e kiwi minimamente processado (MASTROMATTEO; CONTE; DEL NOBILE, 2011).

Ao contrário do modelo básico, o modelo reverso tem a facilidade de que os julgadores serão recrutados uma única vez (HOUGH, 2010), o que significa redução de tempo, esforços e recursos, sendo útil principalmente em estudos com consumidores (GIMÉNEZ *et al.*, 2012). Este modelo de estudo pode ser realizado pela seleção de amostras de diferentes lotes com tempos de produção distintos (LAWLESS; HEYMANN, 2010; HOUGH, 2010). Gámbaro, Ares e Giménez (2006) coletaram amostras de vários lotes de alimentos à base de maçã para bebês com diferentes tempos de armazenamento, estocadas a temperatura de $25 \pm 0,5$ °C.

Outra maneira de se conduzir um estudo reverso é o congelamento ou armazenamento em temperaturas muito baixas, que cessam todas as reações de deterioração (LAWLESS; HEYMANN, 2010). Giménez *et al.* (2007) adotaram este procedimento para avaliar a vida de prateleira de pães. Ao atingirem o tempo a serem avaliadas, as amostras eram congeladas a -20 °C e armazenadas a -18 °C, sendo descongeladas apenas seis horas antes do momento da análise.

A análise da vida de prateleira sensorial com consumidores pode ser feita com diferentes análises, tais como o limite de aceitabilidade e a análise de sobrevivência. Na metodologia de limite de aceitabilidade, as amostras com diferentes tempos de armazenamento são apresentadas ao consumidor, e este as avalia quanto a qualidade geral, utilizando uma escala hedônica de 9 pontos. Para estimar a vida de prateleira sensorial, é

obtido um diagrama de dispersão das médias dos escores de qualidade geral em função do tempo de armazenamento, e uma regressão linear é normalmente realizada. A vida de prateleira é determinada como o tempo necessário para este escore do produto cair abaixo de um valor predeterminado, também chamado “critério de falha” (GIMÉNEZ *et al.*, 2012). Muitas vezes este ponto de corte é escolhido pelo pesquisador (CORRIGAN; HEDDERLEY; HARVEY, 2012; VILLANUEVA; TRINDADE, 2010; GÁMBARO; ARES; GIMÉNEZ, 2006; GIMÉNEZ *et al.*, 2007; GIMÉNEZ *et al.*, 2008).

Vários pontos de corte têm sido utilizados, dependendo do produto avaliado e do objetivo do estudo. Gámbaro, Ares e Giménez (2006), Giménez *et al.* (2007) e Giménez *et al.* (2008) consideraram a aceitabilidade limite de 6 pontos na escala ao trabalharem com alimentos à base maçã para bebês, pães, e pães e alfajores, respectivamente. Gámbaro, Ares e Giménez (2006) obtiveram uma correlação linear entre a aceitabilidade geral e o tempo de armazenamento ($r^2 = 0,91$), permitindo estimar a vida de prateleira do alimento através da interpolação da curva usando o escore de aceitabilidade predeterminado. Da mesma forma, Giménez, Ares e Gámbaro (2008) obtiveram r^2 de 0,931 e 0,908 para pães e alfajores, obtendo uma estimativa de vida de prateleira de 9 e 15 dias, respectivamente. Villanueva e Trindade (2010), seguindo recomendações do fabricante, atribuíram 5 pontos como limite, ao trabalharem com cupcakes de chocolate e de cenoura, obtendo r^2 de 0,95 e 0,93, e vida de prateleira estimada de 161 e 150 dias, respectivamente.

Embora a metodologia do critério de falha seja baseada na percepção dos consumidores em relação ao produto (GIMÉNEZ; ARES; GÁMBARO, 2008), esta metodologia fornece pouca informação quanto ao comportamento de aceitação do consumidor frente ao produto (GIMÉNEZ *et al.*, 2007; CORRIGAN; HEDDERLEY; HARVEY, 2012). De fato, ao fim da vida de prateleira, o alimento certamente será aceito por alguns consumidores, apesar de ser rejeitado por outros (GIMÉNEZ *et al.*, 2007; HOUGH *et al.*, 2003; MANZOCCO; LAGAZIO, 2009).

Outro critério que tem sido utilizado para estimar a vida de prateleira foi proposto por Hough *et al.* (2002), ao trabalharem com leite em pó. Estes autores determinaram a vida de prateleira sensorial como o tempo de armazenamento no qual é detectada a primeira mudança significativa na aceitabilidade geral em relação ao produto fresco. Desta forma, a aceitabilidade limite (S) é calculada como o primeiro escore que é significativamente diferente da amostra fresca, de acordo com a equação:

$$S = F - Z_{\alpha} \sqrt{\frac{2MSE}{n}}$$

Onde: S = escore mínimo tolerável para aceitabilidade geral do produto armazenado (limite de aceitabilidade); F = escore de aceitabilidade geral do produto fresco; Z_{α} = coordenada unicaudal da curva normal para um nível de significância α ; MSE = média quadrática do erro derivado da análise de variância dos dados de aceitabilidade geral, considerando os consumidores como blocos e as amostras como fonte de variação.

A vida de prateleira estimada desta forma assegura a qualidade do produto ao longo de toda a vida de prateleira. No entanto, como esta estimativa corresponde ao momento em que os consumidores detectam a primeira mudança significativa no alimento, este critério pode ser excessivamente rigoroso, pois o produto ainda pode manter boa aceitabilidade (GÁMBARO; ARES; GIMÉNEZ, 2006; GIMÉNEZ *et al.*, 2012).

A análise de sobrevida é um conjunto de procedimentos estatísticos usados extensivamente em estudos clínicos, epidemiológicos, biológicos, sociológicos e de confiabilidade (HOUGH *et al.*, 2003). Gacula e Singh (1984) introduziram o modelo de Weibull, derivado da análise de sobrevida, em estudos de vida de prateleira de alimentos, e a partir desse, vários autores vêm aplicando este procedimento para estimar a vida de prateleira de uma ampla gama de produtos alimentícios.

Os métodos de análise de sobrevida têm sido desenvolvidos para avaliar o tempo até que o evento de interesse, chamado de tempo de sobrevida, ocorra, levando em conta a presença de dados censurados, o que ocorre quando o tempo de interesse não pode ser determinado exatamente. Se esse tempo é superior ao tempo observado, os dados são descritos como censurados à direita; se é inferior, este tempo é chamado de censurado à esquerda. Censura no intervalo é dada quando o tempo de interesse ocorre dentro de um intervalo observado (HOUGH *et al.*, 2003; HOUGH, 2010).

Quando aplicada a estimativas de vida de prateleira sensorial, a análise de sobrevida foca no risco de o consumidor rejeitar o produto. Ao realizar o teste, é solicitado que os consumidores provem as amostras com diferentes tempos de armazenamento e respondam “sim ou “não” à pergunta: “Você consumiria este produto?”(HOUGH *et al.*, 2003). Desta forma, a vida de prateleira do produto é estimada como o tempo necessário para atingir um percentual de rejeição predeterminado (GÁMBARO; ARES; GIMÉNEZ, 2006; HOUGH, 2010), geralmente 25 % (GÁMBARO; ARES; GIMÉNEZ, 2006; GIMÉNEZ *et al.*, 2007), 50

% (VARELA *et al.*, 2005; HOUGH *et al.*, 2006), ou mesmo o dois percentuais (ARANEDA *et al.*, 2008; BAIXAULI *et al.*, 2008; GIMÉNEZ; ARES; GÁMBARO, 2008; CRUZ *et al.*, 2010). É importante levar em consideração que nesta metodologia é necessário que cada consumidor avalie todas as amostras (GIMÉNEZ *et al.*, 2012), o que pode ser feito em uma única ocasião, através do modelo reverso (GIMÉNEZ *et al.*, 2007; HOUGH *et al.*, 2003), ou em várias ocasiões, seguindo o modelo básico (ARES *et al.*, 2006; LAREO *et al.*, 2009).

A análise de sobrevivência permite a modelagem de um gama de pontos de aceitação, em vez de simplesmente descrever a aceitabilidade do produto nos tempos específicos de vida de prateleira do produto (CORRIGAN; HEDDERLEY; HARVEY, 2012). Além disso, é uma metodologia relativamente simples (CRUZ *et al.*, 2010), e que obtém dados provenientes dos consumidores do produto. Em geral, são necessários de 50 a 100 consumidores, aos quais é solicitado expressar sua aceitação ou rejeição pelas amostras com diferentes tempos de armazenamento (HOUGH *et al.*, 2006). Grupos com 50 consumidores têm sido bastante utilizados para estimativas de vida de prateleira de vários produtos, como iogurte (CRUZ *et al.*, 2010; HOUGH, 2003), pão de forma branco (GÁMBARO *et al.*, 2004), pão integral e alfajores (GIMÉNEZ; ARES; GÁMBARO, 2008).

Ao comparar diferentes metodologias para a estimativa da vida de prateleira de pão integral, Giménez *et al.* (2007) obtiveram a melhor predição do comportamento de rejeição do consumidor através da análise de sobrevivência. Estes autores mostraram que o escore de aceitabilidade total pode implicar diferentes proporções de consumidores que aceitam ou rejeitam o produto, já que uma média de seis pontos da escala correspondeu a apenas 11 % e 23 % de rejeição entre consumidores espanhóis e uruguaios, respectivamente.

Uma modificação na metodologia da análise de sobrevivência foi proposta por Giménez *et al.* (2008), ao focarem a estimativa da vida de prateleira no risco de o consumidor desgostar do produto, em vez de rejeitá-lo. Para isso, estes autores “transformaram” os escores de aceitabilidade do consumidor em respostas “sim” e “não”. Dessa forma, escores de 1 a 5 na escala hedônica foram transformados em “não”, enquanto os escores de 6 a 9, em “sim”. Ao comparar com a estimativa baseada no risco de rejeição, o enfoque dado baseando-se no desgostar do produto levou a um tempo mais curto de vida de prateleira.

Desta forma, paralelamente às análises de ordens física, físico-químicas e microbiológicas, a avaliação sensorial pode ser utilizada em estudos de vida de prateleira,

fornecendo uma visão mais ampla para o produtor de alimentos preocupado em oferecer ao mercado consumidor um produto de qualidade.

Não há legislação específica sobre os padrões microbiológicos para a fruta estruturada. A resolução RDC nº 12, de 02/01/2001 que estabelece os padrões microbiológicos para alimentos, institui valor máximo de 5×10^2 NMP/g para coliformes a 45 °C/g, e ausência para *Salmonella* spp, mas não estabelece padrões para bolores e leveduras.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEDEJI, J.; HARTMAN, T. G.; ROSEN, R. T.; HO, C. T. Free and glycosidically bound aroma compounds in Hog Plum (*Spondias mombin* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 39, p. 1494–1497, 1991.

AHVENAINEN, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, p. 179–187, 1996.

AL-ZUBAIDY, M. M. I.; KHALIL, R. A. Kinetic and prediction studies of ascorbic acid degradation in normal and concentrate local lemon juice during storage. **Food Chemistry**, v. 101, p. 254-259, 2007.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; FONSECA, M. L.; FONSECA, M. L.; MAGALHÃES, C. E. C.; LOPES, M. F. G.; LEMO, T. L. G. Avaliação de macro e microminerais em frutas tropicais cultivadas no nordeste brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 581-586, 2009.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2155-2159, 2011.

ALOTHMAN, M.; BHAT, R.; KARIM, A. A. Antioxidant capacity and phenolic content of selected tropical fruits from Malaysia, extracted with different solvents. **Food Chemistry**, v. 115, p. 785–788, 2009.

ALVES, R. E. Características das frutas para exportação. In: GORGATTI NETTO, A; AERDITO, E. F. G.; GARCIA, E. E. C.; BLEINROTH, E. W.; FREIRE, F. C. O.; MENEZES, J. B.; BORDIN, M. R.; BRAGA SOBRINHO, R.; ALVES, R. E. Acerola para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA–SPI (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 21), p. 09-12, 1996.

ANTONIALI, S.; LEAL, P. A. M.; MAGALHÃES, A. M.; FUZIKI, R. T.; SANCHES, J. Physico-chemical characterization of ‘Zarco HS’ yellow bell pepper for different ripeness stages. **Scientia Agricola**, v. 64, n. 1, p. 19–22, 2007.

ANTONINUS, M. A. Quality control: Protecting the consumer, the product, and the company. In: FULLER, G. W. **New food product development**. From concept to marketplace. 3 ed., Boca Raton: CRC Press. 2011.

ARANEDA, M.; HOUGH, G.; DE PENNA, E. W. Current-status survival analysis methodology applied to estimating sensory shelf life of ready-to-eat lettuce (*Lactuca sativa*). **Journal of Sensory Studies**, v. 23, p. 162–170, 2008.

ARES, G.; PARENTELLI, C.; GÁMBARO, A.; LAREO, C.; LEMA, P. Sensory shelf life of shiitake mushrooms stored under passive modified atmosphere. **Postharvest Biology and Technology**, v. 41, p. 191-197, 2006.

ASSIS, S. A.; LIMA, D. C.; FARIA OLIVEIRA, O. M. M. Acerola's pectin methylesterase: studies of heat inactivation. **Food Chemistry**, v. 71, n. 4, p. 465 – 467, 2000.

ASSIS, S. A.; LIMA, D. C.; OLIVEIRA, O. M. M. F. Activity of pectinmethylesterase, pectin content and vitamin C in acerola fruit at various stages of fruit development. **Food Chemistry**, v. 74, p. 133-137, 2001.

AUGUSTO, F.; VALENTE, A. L. P.; TADA, E. S.; RIVELLINO, R. S. Screening of Brazilian fruit aromas using solid-phase microextraction–gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of Chromatography A**, v. 873, p. 117–127, 2000.

AUGUSTO, P. E. D.; CRISTIANINI, M.; IBARZ, A. Effect of temperature on dynamic and steady-state shear rheological properties of siriguela (*Spondias purpurea* L.) pulp. **Journal of Food Engineering**, v. 108, p. 283-289, 2012.

AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S.; MOREIRA, G. E. G.; FARIAS, V. L.; BRUNO, L. M. Effect of drying and storage time on the physico-chemical properties of mango leathers. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 41, p. 635–638, 2006.

AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S. GARRUTI, D. S. Alterações químicas em alimentos durante a estocagem. In.: AZEREDO, H. M. C. (Ed. Tec.). **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 39-75.

AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; BRITO, E.S. Embalagens e suas interações com os alimentos. In.: AZEREDO, H.M.C. (Ed. Tec.). **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Brasília, DF: Embrapa, p. 224-252, 2012.

AZEREDO, H. M. C.; PINTO, G. A. S.; BRITO, E. S.; AZEREDO, R. M. C. Alterações microbiológicas em alimentos durante a estocagem. In.: AZEREDO, H. M. C. (Ed. Tec.). Brasília, DF: Embrapa, p. 15-38, 2012.

BAIXAULI, R., SALVADOR, A. and FISZMAN, S. M. Textural and color changes during storage and sensory shelf life of muffins containing resistant starch. **European Food Research and Technology**, v. 226, p. 523–530, 2008.

BATISTA, M. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Parâmetros físico-químicos da acerola (*Malpighia puniceifolia*, L.) em diferentes fases de maturação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 2, n. 2, p. 19-24, 2000.

BEMILLER, J. N.; HUBER, K. C. Carbohydrates. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA, O. R. **Fennema's Food Chemistry**, 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 2008.

BICAS, J. L.; MOLINA, G.; DIONÍSIO, A. P.; BARROS, F. F. C.; WAGNER, R.; MARÓSTICA, M. R.; PASTORE, G. M. Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. **Food Research International**, 44, 1843-1855, 2011.

BOSCH, V.; CILLA, A.; GARCÍA-LLATAS, G.; GILABERT, V.; BOIX, R.; ALEGRÍA, A. Kinetics of ascorbic acid degradation in fruit-based infant foods during storage. **Journal of Food Engineering**, v. 116, p. 298-303, 2013.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001, Seção I, p. 45-53.

BRITO, E. S.; ARAÚJO, M. C. P.; ALVES, R. E.; CARKEET, C.; CLEVIDENCE, B. A.; NOVOTNY, J. A. Anthocyanins present in selected tropical fruits: acerola, jambolão, jussara, and guajiru. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 55, p. 9389-9394, 2007.

CARRINGTON, C. M. S.; KING, R. A. G. Fruit development and ripening in Barbados cherry, *Malpighia emarginata* DC. **Scientia Horticulturae**, v. 92, p. 1-7, 2002.

CAVALCANTI, D. T. B. **Desenvolvimento de fruta estruturada simples e mista com ciriguela e acerola**. 2012. 148f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE), Recife, 2012.

CEVA-ANTUNES, P. M. N.; BIZZO, H. R.; SILVA, A. S.; CARVALHO, C. P. S.; ANTUNES, O. A. C. Analysis of volatile composition of siriguela (*Spondias purpurea* L.) by solid phase microextraction (SPME). **Lebensmittel Wissenschaft & Technology**, v. 39, p. 436-442, 2006.

CORRIGAN, V.; HEDDERLEY, D.; HARVEY, W. Modeling the shelf life of fruit-filled snack bars using survival analysis and sensory profiling techniques. **Journal of sensory studies**, v. 27, p. 403-416, 2012.

CRUZ, A. G.; WALTER, E. H. M.; CADENA, R. S.; FARIA, J. A. F.; BOLINI, H. M. A.; PINHEIRO, H. P.; SANT'ANA, A. S. Survival analysis methodology to predict the shelf life of probiotic flavored yogurt. **Food Research International**, v. 43, p. 1444-1448, 2010.

DE ASSIS, S. A.; VELLOSA, J. C. R.; BRUNETTI, I. L.; KHALIL, N. M.; LEITE, K. M. D. C.; MARTINS, A. B. G.; OLIVEIRA, O. M. M. F. Antioxidant activity, ascorbic acid and total phenol of exotic fruits occurring in Brazil. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 60, p. 439–448, 2009.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. Agricultural Production, primary crops. In: FAO, 2006. Disponível em <URL: <http://www.fao.org.br>>. Acesso em: junho, 2014.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos; princípios e prática**. 2ª edição, Porto Alegre: Artmed, 2006.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. Introduction to food chemistry. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA. **Fennema's Food Chemistry**, 4th ed. Boca Raton: CRC Press, p. 1-13, 2008.

FIZMAN, S. M.; DURAN, L. Effect of fruit pulps and sucrose on the compression response of different polysaccharides gel systems. **Carbohydrate Polymers**, v. 17, n. 1, p. 11-17, 1992.

FU, B.; LABUZA, T. Shelf life prediction: Theory and application. **Food Control**, v. 4, p. 125-133. 1993.

GACULA, M. C.; SINGH, J. Statistical methods in food and consumer research. New York: Academic Press, 1984. 505 p.

GÁMBARO, A.; FISZMAN, S. M.; GIMÉNEZ, A.; VARELA, P.; SALVADOR, A. Consumer acceptability compared with sensory and instrumental measures of white pan bread: Sensory shelf-life estimation by survival analysis. **Journal of Food Science**, v. 69, n. 9, p. 401–405, 2004.

GÁMBARO, A.; ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Shelf life estimation of apple- baby food. **Journal of Sensory Studies**, v. 21, p. 101-111, 2006.

GARCIA, E. E. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; COLTRO, L. Materiais plásticos para embalagens rígidas. In: OLIVEIRA, L. M.; QUEIROZ, G. C. **Embalagens plásticas rígidas**. p. 15-59, 2008.

GIMÉNEZ, A.; ARES, F.; ARES, G. Sensory shelf life estimation: A review of current methodological approaches. **Food Research International**, v. 49, 311-325, 2012.

GIMÉNEZ, A.; VARELA, P.; SALVADOR, A.; ARES, G.; FISZMAN, S. e GARITTA, L. Shelf life estimation of brown bread: A consumer approach. **Food Quality and Preference**, v. 18, 196-204, 2007.

GIMÉNEZ, A.; ARES, G.; GÁMBARO, A. Survival analysis to estimate sensory shelf life using acceptability scores. **Journal of Sensory Studies**, v. 23, 571-582, 2008.

GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n. 24, p. 384-389, 2004.

GONZAGA NETO, L.; MATTUZ, B. H.; SANTOS, C. A. F. Caracterização agronômica de clones de aceroleira (*Malpighia spp*) na Região do Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 2, p. 110–115, 1999.

GRANT, W. D. Life at low water activity. **Philosophical Transactions of the Royal Society – B. Biological Sciences**, London, GB, v. 359, p. 1249-1267, 2004.

GREGORY III, J. F. Vitamins. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA. **Fennema's Food Chemistry**, 4th ed. Boca Raton: CRC Press, p. 439-521, 2008.

GRIZOTTO, R. K.; BERBARI, S. A. G.; MOURA, S. C. S. R.; CLAUS, M. L. Estudo da vida-de-prateleira de fruta estruturada e desidratada obtida de polpa concentrada de mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 709-714, 2006.

GRIZOTTO, R. K.; BRUNS, R. E.; AGUIRRE, J. M.; BATISTA, G. Otimização via metodologia de superfície de resposta dos parâmetros tecnológicos para produção de fruta estruturada e desidratada a partir de polpa concentrada de mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p. 158-164, 2005.

GÜLÇİN, I.; BURSAL, E.; SEHITOGLU, M. H.; BILSEL, M.; GÖREN, A. C. Polyphenol contents and antioxidant activity of lyophilized aqueous extract of propolis from Erzurum, Turkey. **Food and Chemical Toxicology**, v. 48 (8-9), p. 2227-2238, 2010.

HAN, J. H. A review of food packaging technologies and innovations. In: HAN, J. H (Ed.). **Innovations in Food Packaging**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2014.

HANAMURA, T.; HAGIWARA, T.; KAWAGISHI, H. Structural and functional characterization of polyphenols isolated from acerola (*Malpighia emarginata* D.C) fruit. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 69, p. 280–286, 2005.

HANAMURA, T.; MAYAMA, C.; AOKI, H.; HIRAYAMA, Y.; SHIMIZU, M. Antihyperglycemic effect of polyphenols from acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruit. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 70, p. 1813–1820, 2006.

HANAMURA, T.; UCHIDA, E.; AOKI, H. Changes of the composition in acerola (*Malpighia ermaginata* DC.) fruit in relation to cultivar, growing region and maturity. **Journal of the Science of the Food and Agriculture**, v. 88, p. 1813-1820, 2008.

HIATT, A. N.; TAYLOR, L. S.; MAUER, L. J. Influence of simultaneous variations in temperature and relative humidity on chemical stability of two vitamin C forms and implications for shelf life models. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 3532-3540, 2010.

HOUGH, G.; GARITTA, L.; GÓMEZ, G. Sensory shelf-life predictions by survival analysis accelerated storage models. **Food Quality and Preference**, v. 17, p. 468–473. 2006.

HOUGH, G.; SÁNCHEZ, R. H.; PABLO, G. G.; SÁNCHEZ, R. G.; VILLAPLANA, S. C.; GIMÉNEZ, A. M.; GÁMBARO, A. Consumer acceptability versus trained sensory panel scores of powdered milk shelf life defects. **Journal of Dairy Science**, v. 85, p. 2075-2080, 2002.

HOUGH, G.; LANGOHR, K.; GÓMEZ, G.; CURIA, A. Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. **Journal of Food Science**, v. 68, p. 359-362, 2003.

HOUGH, G. **Sensory shelf life estimation of food products**. Boca Raton: CRC Press., 2010, 246 p.

HUANG, X.; HSIEH, F. H. Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 3, p. E177-E186, 2005.

JAY, J. M. **Microbiologia dos alimentos**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

JOHNSON, P. D. Acerola (*Malpighia glabra* L., *Malpighia punicifolia* L., *Malpighia glabra* DC.): Agriculture, production and nutrition. **World Review of Nutrition and Dietetics**, v. 91, p. 67–75, 2003.

KABASAKALIS, V.; SIOPIDOU, D.; MOSHATOU, E. Ascorbic acid content of commercial fruit juices and its rate of loss upon storage. **Food Chemistry**, v. 70, p. 325-328, 2000.

KARANTHANOS, V. T.; BELESSIOTIS, V. G. Sun and artificial air drying kinetics of some agricultural products. **Journal of Food Engineering**, v. 31, p. 35–46, 1997.

KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, v. 48, n. 12, p. 47-59, 1986.

KIM, Y. T.; MIN, B.; KIM, K. W. General characteristics of packaging materials for food system. In: HAN, J. H (Ed.). **Innovations in Food Packaging**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2014.

KROCHTA, J. M.; DE MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.

LAREO, C.; ARES, G.; FERRANDO, L.; LEMA, P.; GÁMBARO, A.; SOUBES, M. Influence of temperature on shelf life of butterhead lettuce leaves under passive modified atmosphere packaging. **Journal of Food Quality**, v. 32, p. 240-261, 2009.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food. Principles and practices**. 2nd ed. New York: Springer. 2010.

LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, F.; BEZERRA, J. E. F.; LIRA JÚNIOR, J. S. Potencialidade das espécies de *Spondias* no desenvolvimento da fruticultura brasileira. In: LEDERMAN, I. E.; SILVA JÚNIOR, F.; BEZERRA, J. E. F.; LIRA JÚNIOR, J. S. (Editores técnicos). **Spondias no Brasil: umbu, cajá e espécies afins**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA/UFRPE, 2008.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitaminC content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, p. 207-220, 2000.

LIN, T. M.; DURANCE, T. D.; SCAMAN, C. H. Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. **Food Research International**, v. 31, n. 2, p. 111–117, 1998.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Brazilian fruits & cultivated exotics**. Brazil: Instituto Plantarum, 2006, 672 p.

MACIEL, M. I. S.; MELO, E. A.; LIMA, V. A. A. G.; SILVA, W. S.; MARANHÃO, C. M. C.; SOUZA, K. A. Características sensoriais e físico-químicas de geleias mistas de manga e acerola. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos (CEPPA)**, Curitiba, v. 27, n. 2, p. 247-256, 2009.

MANSO, C.; OLIVERIA, F.; OLIVERIA, J.; FRIAS, J. Modeling of ascorbic acid thermal degradation and browning in orange juice under aerobic conditions. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 36, p. 303–312, 2001.

MANZOCCO, L.; LAGAZIO, C. Coffee brew shelf life modeling by integration of acceptability and quality data. **Food quality and preference**, v. 20, n. 1, p. 24-29, 2009.

MARSH, K.; BUGUSU, B. Food packaging: roles, materials, and environmental issues. **Journal of Food Science**, v. 72, p. 39-55, 2007.

MASTROMATTEO, M.; CONTE, A.; DEL NOBILE, M. A. Combined effect of active coating and MAP to prolong the shelf life of minimally processed kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward). **Food Research International**, v. 44, p. 1224-1230, 2011.

MELÉNDEZ-MARTÍNEZ, A. J.; VICARIO, I. M.; HEREDIA, F. J. Carotenoids, color, and ascorbic acid content of a novel frozen-marketed orange juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 21, p. 1347-1355, 2007.

MERCALI, G. D.; JAESCHKE, D. P.; TESSARO, I. C.; MARCZAK, L. D. F. Study of vitamin C degradation in acerola pulp during ohmic and conventional heat treatment. **LWT – Food Science and Technology**, v. 47, n. 1, p. 91–95, 2012.

MILLER, A.; SCHAAL, B. Domestication of a Mesoamerican cultivated fruit tree, *Spondias purpurea*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 102, p. 12801–12806, 2005.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; SILVA JUNIOR, J. F. Efeito do estágio de maturação dos frutos nas características físico-químicas de acerola. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 463-470, 2002.

NUSSINOVITCH, A; KOPELMAN, I. J.; MIZRAHI, S. Mechanical properties of composite fruit products based on hydrocolloid gel, fruit pulp and sugar. **LWT- Food Science and Technology**, v. 24, p. 214-217, 1991.

OLIVEIRA, J. A. R.; CARVALHO, A. V.; MARTINS, L. H. S.; MOREIRA, D. K. T. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de estruturados de polpa concentrada de abacaxi. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 1, p. 23-31, 2012.

OLIVEIRA, L. S.; MOURA, C. F. H.; BRITO, E. S.; MAMEDE, R. V. S.; MIRANDA, M. R. A. Antioxidant metabolism during fruit development of different acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) clones. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 60, p. 7957–7964, 2012.

OLIVEIRA, L. S.; MOURA, C. F. H.; BRITO, E. S.; FERNANDES, F. A. N.; MIRANDA, M. R. A. Quality changes and anthocyanin and vitamin C decay rates of frozen acerola purée during long-term storage. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 37, p. 25-33, 2013.

PINO, J. A.; MARBOT, R. Volatile flavor constituents of acerola (*Malpighia glabra* D.C.) fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5880–5882, 2001.

PINTO, A. C. Q. In: **Informativo da Sociedade Brasileira de Fruticultura**, v. 16, p. 23-24, 1997.

PORCU, O. M.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Variation in the carotenoid composition of acerola and its processed products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, p. 1916-1920, 2006.

REID, D. S.; FENNEMA, O. R. Water and Ice. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA. **Fennema's Food Chemistry**, 4th ed. Boca Raton: CRC Press, p. 17-82, 2008.

RESTUCCIA, D.; SPIZZIRRI, G. U.; PARISI, O. I.; CIRILLO, G.; CURCIO, M. IEMMA, F.; PUOCI, F.; VINCI, G.; PICCI, N. New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications. **Food Control**, v. 21, n. 11, p. 1425-1435, 2010.

ROBERTSON, G. L. Permeability of thermoplastic polymers. In: ROBERTSON, G. L. **Food Packaging: principles and practice**. 2nd ed, Boca Raton: CRC Press, p. 55-78, 2006.

ROBERTSON, G. L. Deteriorative reactions in foods. In: ROBERTSON, G. L. **Food Packaging: principles and practice**. 2nd ed, Boca Raton: CRC Press, p. 193-224, 2006.

ROBERTSON, G. L. Food quality and indices of failure. In: ROBERTSON, G. L. **Food packaging and shelf life: a practical guide**. Boca Raton: CRC Press, p. 17-30, 2009.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; PEREZ-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996–1002, 2010.

RUIZ, N. A. Q.; DEMARCHI, S. M.; MASSOLO, J. F.; RODONI, L. M. Evaluation of quality during storage of apple leather. **LWT- Food Science and Technology**, v. 47, p. 485-492, 2012.

SABLANI, S. S.; AL-BELUSHI, K.; AL-MARHUBI, I.; AL-BELUSHI, R. Evaluating stability of vitamin C in fortified formula using water activity and glass transition. **International Journal of Food Properties**, v. 10, n. 1, p. 61–71, 2007.

SCHMIDT, K.; BOUMA, J. Estimating shelf life of cottage cheese using hazard analysis. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 2922-2927, 1992.

SEMENSATO, L. R.; PEREIRA, A. S. Características de frutos de genótipos de aceroleira cultivados sob elevada altitude. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2529-2536, 2000.

SHEPHARD, A. B.; NICHOLS, S. C.; BRAITHWAITE, A. Moisture induced solid phase degradation of L-ascorbic acid - Part 1. a kinetic study using tristimulus colorimetry and a quantitative HPLC assay. **Talanta**, v. 48, n. 3, p. 585–593, 1999.

SIRACUSA, V.; BLANCO, I.; ROMANI, S.; TYLEWICZ, U.; ROSA, M. D. Gas permeability and thermal behavior of polypropylene films used for packaging minimally processed fresh-cut potatoes: a case study. **Journal of Food Science**, v. 77, p. E264-E272, 2012.

SIRACUSA, V.; ROCCULI, P.; ROMANI, S.; ROSA, M. D. Biodegradable polymers for food packaging: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, p. 634-643, 2008.

SOARES FILHO, W. S.; OLIVEIRA, J. R. P. Introdução. In: **A cultura da aceroleira**. RITZINGER, R.; KOBAYASHI, A. K.; OLIVEIRA, J. R. P. (Ed.). Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 15-16, 2003.

SOUZA, F. X. **Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação**. Embrapa-CNPAT, documentos, 27. Fortaleza: Embrapa-CNPAT /SEBRAE/CE, 1998. 26 p.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS /NEPA-UNICAMP.- Versão II. – 2^a ed. -- Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006. 113 p.

VARELA, P.; SALVADOR, A.; FISZMAN, S. Shelf-life estimation of “Fuji” apples: Sensory characteristics and consumer acceptability. **Postharvest Biology and Technology**, v. 38, p. 18–24, 2005.

VIEIRA, M. C.; TEIXEIRA, A. A.; SILVA, C. L. M. Mathematical modeling of the thermal degradation kinetics of vitamin C in cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) nectar. **Journal of Food Engineering**, v. 43, p. 1–7, 2000.

VIJAYANAND, P.; YADAV, A. R.; BALASUBRAMANYAM, N.; NARASHIMHAM, P. Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. **LWT- Food Science and Technology**, v. 33, p. 132-137, 2000.

VILLANUEVA, N. D. M.; TRINDADE, M. A. Estimating sensory shelf life of chocolate and carrot cupcakes using acceptance tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, p. 260-279, 2010.

WEINER, G.; NUSSINOVITCH, A. Succulent hydrocolloid-based texturized grapefruit products. **LWT- Food Science and Technology**, v. 27, p. 394-399, 1994.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T.; TONZAR, A. C.; MORIYA, S.; FERNANDES, J. G. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 92-94, 2003.

YUAN, J. P.; CHEN, F. Separation and identification of furanic compounds in fruit juices and drinks by high-performance liquid chromatography photodiode array detection. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, n. 4, p. 1286–1291, 1998.

CAPÍTULO II

ARTIGO: ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA DA FRUTA ESTRUTURADA MISTA DE ACEROLA E CIRIGUELA

RESUMO

A fruta estruturada mista de acerola e ciriguela é um alimento rico em vitamina C. Entretanto, por ser um novo produto, é necessário estimar sua vida de prateleira. Foram realizadas análises microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais da fruta estruturada armazenada em polipropileno e envolta em alumínio, em refrigeração. As análises microbiológicas mostraram estabilidade até 30 dias. Os teores de umidade, atividade de água e de ácido ascórbico foram negativamente correlacionados com o tempo. Observou-se um aumento gradual na diferença total de cor ΔE^* , atingindo o valor de 1,76 aos 30 dias. Houve diminuição da firmeza instrumental, indicando o amolecimento da textura. A análise sensorial não mostrou diferença entre as médias dos atributos. As regressões obtidas entre os atributos sensoriais e o tempo de armazenamento mostraram alta significância para todas as inclinações. Os coeficientes de determinação indicam que os modelos podem ser usados para estimar a vida de prateleira sensorial da fruta estruturada. Considerando o limite de aceitabilidade de 6 pontos, a vida de prateleira sensorial da fruta estruturada foi estimada em 126 dias para avaliação global, 94 dias para cor, 46 dias para textura e 64 dias para sabor. O aroma não foi considerado na estimativa, por apresentar médias abaixo do limite considerado. Os dados sensoriais sugerem que a fruta estruturada poderia ter um período de vida de prateleira superior a 30 dias. São necessários estudos complementares para aperfeiçoar o aroma da fruta estruturada e reduzir seu teor de atividade de água, proporcionando um produto com vida de prateleira prolongada.

Palavras- chave: alimento estruturado; couros de frutas; ácido ascórbico; atividade de água; análise sensorial.

ABSTRACT

The mixed structured fruit of acerola and red mombin fruit is a food rich in vitamin C. However, being a new product, it is necessary to estimate its shelf life. Microbiological, physico-chemical and sensory analyses of structured fruit packed in polypropylene and wrapped in alumin foil, stored in refrigeration were performed. Microbiological analysis showed that structured fruit remained stable up to 30 days. The moisture content, water activity and ascorbic acid were negatively correlated with time. There was a gradual increase in the total color difference ΔE^* , reaching a value of 1,76 at 30 days. There was a decrease of instrumental firmness, indicating softening of texture. Sensory analysis showed no difference between the means of the attributes. The regressions obtained between sensory attributes and storage time showed high significance for all slopes. The correlation coefficients indicate that models can be used to estimate sensory shelf life of structured fruit. Considering the acceptability limit of 6 points, sensory shelf life was estimated at 126 days for the overall quality, 94 days for color, 46 days for texture and 64 days for flavor. The aroma was not considered in estimation, by presenting means below the limit considered. The sensory data suggest that the structured fruit could have a shelf life of more than 30 days. The results indicate that further studies are needed to improve the aroma of structured fruit and reduce its content of water activity, providing an extended shelf life product.

Key words: structured food; leather fruit; ascorbic acid; water activity; sensory analysis.

INTRODUÇÃO

Alimento estruturado, “designed food” ou “engineered food”, segundo Fiszman e Duran (1992), um dos pioneiros no desenvolvimento deste produto, refere-se a alimentos elaborados empregando-se matérias-primas de baixo custo, provenientes de frutas que se encontram fora de classificação para comercialização *in natura* ou excedentes de safra, às quais são adicionados hidrocolóides, que atuam como agentes de união, facilitando o corte e restando a umidade (alimento de umidade intermediária), contribuindo para uma melhor textura do produto. É um produto que tem aplicações similares aos “couros de frutas” (“leather fruit”), podendo ser usado na formulação de produtos de confeitaria, alimentos congelados, ou também consumidos na forma como se apresentam, como um confeito (VIJAYANAND *et al.*, 2000).

No Brasil, as pesquisas para o desenvolvimento de frutas estruturadas têm focado a diversidade de frutas existentes no país (GRIZOTTO *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2012). A fruta estruturada mista de acerola e ciriguela foi desenvolvida por Cavalcanti (2012) na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), com número de pedido de patente BR 10 2012 026670 9 A2. É um produto que possui alto teor de vitamina C, além de não conter conservantes em sua composição. Entretanto, ainda não há estudos que tenham avaliado a manutenção de suas características durante a estocagem.

A vida de prateleira de alimentos é o período de tempo no qual o alimento se torna inaceitável do ponto de vista sensorial, nutricional e microbiológico (FU; LABUZA, 1993). Também pode ser definida como o período de tempo durante o qual o produto é aceito pelo consumidor, tendo níveis satisfatórios de qualidade (GIMÉNEZ *et al.*, 2012). Algumas das variáveis que devem ser consideradas quando se trabalha com vida de prateleira são a natureza do alimento, sua composição, ingredientes, processamento ao qual foi submetido, embalagem usada para acondicioná-lo e condições de armazenamento, distribuição e manipulação, tanto por parte de revendedores, como também pelo consumidor (HOUGH, 2010).

As mudanças de ordens físicas, químicas e biológicas que ocorrem ao longo da cadeia alimentícia geralmente levam à deterioração do produto, e essas alterações, com o tempo, podem comprometer a qualidade nutricional, microbiológica ou sensorial do alimento (LAWLESS; HEYMANN, 2010). A fim de evitar problemas com o mercado consumidor,

uma vez que a estabilidade físico-química e microbiológica do produto é assegurada, as alterações sensoriais que podem ocorrer durante o armazenamento e a distribuição e as implicações dessas alterações na aceitação do consumidor devem ser avaliadas (VILLANUEVA; TRINDADE, 2010; HOUGH, 2010). As características sensoriais dos alimentos não têm vida de prateleira por si próprias, pois dependem da interação do alimento com o consumidor. Por esta razão, a avaliação dos consumidores é a mais adequada para determinar a vida de prateleira sensorial de um alimento (HOUGH *et al.*, 2003).

Diferentes metodologias podem ser usadas para avaliar a vida de prateleira sensorial utilizando dados de consumidores (GIMÉNEZ *et al.*, 2007). Na metodologia de limite de aceitabilidade, as amostras com diferentes tempos de armazenamento são apresentadas ao consumidor, e este as avalia quanto a qualidade geral, utilizando uma escala hedônica de 9 pontos. A vida de prateleira é determinada como o tempo necessário para este escore do produto cair abaixo de um valor predeterminado, também chamado “critério de falha” (GIMÉNEZ *et al.*, 2012). Muitas vezes este ponto de corte é escolhido pelo pesquisador (CORRIGAN; HEDDERLEY; HARVEY, 2012; VILLANUEVA; TRINDADE, 2010; GÁMBARO; ARES; GIMÉNEZ, 2006; GIMÉNEZ *et al.*, 2007; GIMÉNEZ *et al.*, 2008).

Por se tratar de um produto novo, é necessário conhecer o comportamento da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela durante o seu armazenamento, assim como os parâmetros que exercem maior influência ao longo de sua vida de prateleira. Desta forma, os objetivos deste estudo foram avaliar a estabilidade microbiológica da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela, bem como a alteração dos parâmetros físicos e físico-químicos da mesma, e estimar sua vida de prateleira sensorial.

MATERIAL E MÉTODOS

OBTENÇÃO DOS FRUTOS

Os frutos de aceroleiras (*Malpighia emarginata* DC), da safra de janeiro a março (2013), e de cirigueleiras (*Spondias purpúrea* L), da safra de dezembro a fevereiro (2012/2013), no estádio maduro, foram obtidos do Centro de Abastecimento de Pernambuco (CEASA/PE), localizado na cidade de Recife, Pernambuco. Os frutos foram devidamente

selecionados, lavados, sanitizados em solução de Dicloroisocianurato de Sódio Dihidratado, teor de Cloro Ativo (3 %) (SUMAVEG) por 15 minutos, e despulpados em despulpadeira (Bonina Compacta). As polpas foram acondicionadas em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD), e mantidas em freezer a -18 °C, sendo descongeladas 12 horas antes do processamento, à temperatura de 5 °C.

OBTENÇÃO DA FRUTA ESTRUTURADA MISTA DE ACEROLA E CIRIGUELA

A fruta estruturada mista foi obtida de acordo com a metodologia desenvolvida por Cavalcanti (2012). Desta forma, adicionou-se glicerol (10 % do peso da polpa), e, com base no teor de sólidos solúveis, calculou-se a quantidade de açúcar necessária para atingir 50 °Brix. Posteriormente, a polpa foi aquecida até atingir 60 °C, sendo adicionados a combinação dos hidrocolóides (pectina, gelatina e alginato) e o açúcar. A mistura foi agitada com o auxílio de agitador mecânico digital (TE – 039/1 – 700 rpm). Após 10 minutos de agitação, adicionou-se 5 g de fosfato de cálcio suspensos em 5 mL de água destilada e a mistura foi agitada por mais 5 minutos.

A modelagem das frutas estruturadas foi realizada em formas, medindo 2 cm x 2 cm x 2 cm, sendo mantidas à temperatura de 10 °C durante 24 horas para completar o processo de gelificação do produto. O fluxograma com a produção da fruta estruturada é mostrado na Figura 1. Após o período de 24 horas necessário para a gelificação, as frutas estruturadas foram desenformadas e inseridas individualmente em embalagens de polipropileno. As embalagens foram fechadas em seladora térmica (Selovac), envoltas em folhas de alumínio, e armazenadas em refrigeração à temperatura de 5 ± 2 °C (Figura 2).

Figura 1- Fluxograma de produção da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela.

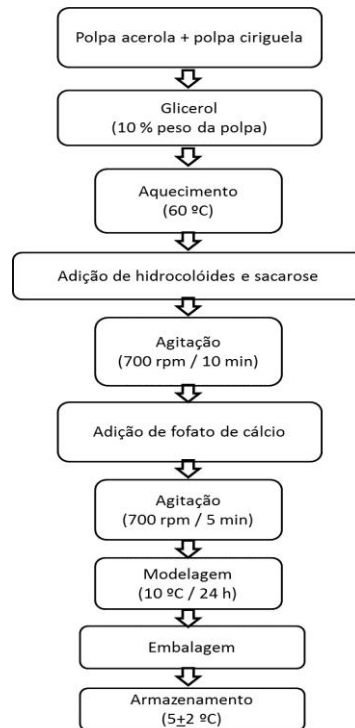


Figura 2- Processo de embalagem da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela.



ACOMPANHAMENTO DA VIDA DE PRATELEIRA

O acompanhamento da vida de prateleira foi realizado através de análises físicas e físico-químicas a cada 5 dias, e microbiológicas e sensoriais, a cada 10 dias. As amostras

destinadas às análises físicas e físico-químicas foram obtidas pelo armazenamento de um lote do produto, seguido pela retirada e análise das amostras nos devidos tempos. Os acompanhamentos microbiológico e sensorial foram realizados pelo modelo reverso de estudos de vida de prateleira.

Análises físicas

Foram avaliados os parâmetros de cor e de textura objetiva. A cor foi analisada utilizando-se colorímetro portátil (MINOLTA), através do sistema de leitura de três parâmetros: L* (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha) e b* (intensidade da cor amarela). Para cada tempo de vida de prateleira analisado, calculou-se a diferença total de cor (ΔE^*), segundo a equação:

$$\Delta E^* = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2}$$

Onde: ΔE^* é a diferença total de cor; L_0^* e L^* são as luminosidades das amostras no tempo 0 (amostra fresca) e no tempo de vida de prateleira analisado, respectivamente; a_0^* e a^* são as intensidades da cor vermelha das amostras no tempo 0 (amostra fresca) e no tempo de vida de prateleira analisado, respectivamente; b_0^* e b^* são as intensidades da cor amarela das amostras no tempo 0 (amostra fresca) e no tempo de vida de prateleira analisado, respectivamente.

A textura objetiva foi avaliada por texturômetro (CT-3 Brookfield, Braseq) com sonda cilíndrica TA10 (12,7 mm Clear Acrylic 5 g, 35 mm length with Sharp edge. Gelatin Bloom Probe) e base Fixture (TA-BT-Kit), conforme metodologia descrita no manual de aplicações. As configurações utilizadas para o teste foram: “Modo de compressão” no tempo 60 segundos, com a opção “Segurar até o momento” com 1 mm/s de velocidade de ensaio e de 20 mm de distância da amostra. Uma vez que a força de acionamento de 5 g foi atingida, a força máxima foi registrada e a sonda passou a comprimir a amostra a 40 % da altura original. Os valores de firmeza foram expressos em gramas.

Análises físico-químicas

Foram avaliados pH, utilizando-se potenciômetro (Tec-3MP, Tecnal); acidez titulável (expressa em % ácido málico), segundo metodologia da A.O.A.C. (2002); sólidos solúveis (expressos em °Brix), utilizando refratômetro manual ATAGO em amostras diluídas (1:10); atividade de água, utilizando o aparelho analisador de atividade de água (Aqualab 4TE, Decagon Devices) à 25 °C; umidade por infravermelho, utilizando balança de infravermelho (Marte - ID200); e ácido ascórbico (expresso em mg/100g), segundo metodologia da A.O.A.C. (2002).

Análises microbiológicas e sensoriais

As amostras destinadas às análises microbiológicas e sensoriais foram retiradas de lotes, sendo que os testes microbiológicos foram feitos previamente à análise sensorial, assegurando a integridade do provador.

Para a análise sensorial, seguiu-se o modelo reverso de estudos de vida de prateleira (HOUGH, 2010), no qual todas as amostras são avaliadas no mesmo dia. Para isso, a cada 10 dias, foi produzido um lote de fruta estruturada, relativo a cada tempo de vida de prateleira a ser avaliado, sendo estocados até o momento da análise.

Antes da realização do teste sensorial, uma amostra representativa de cada lote foi retirada e submetida a análises microbiológicas, que compreenderam contagem total de aeróbios (AC), contagem de coliformes (CC) e contagem de bolores e leveduras (YM), utilizando placas Petrifilm 3M™. Para cada tempo avaliado, 25 gramas de amostra foram diluídos (1:10) em solução salina de NaCl a 0,85 %. A inoculação das placas foi realizada de acordo com as recomendações do fabricante, sendo utilizados 1 mL da amostra diluída. As placas AC e CC foram incubadas a 35 °C, sendo feitas leituras após 24 e 48 horas. As placas YM foram incubadas a 25 °C, sendo as leituras feitas após 5 dias.

A análise sensorial compreendeu o teste de aceitação com escala hedônica de 9 pontos (9 = gostei extremamente; 1 = desgostei extremamente), e também a intenção de compra, utilizando escala de 5 pontos (5 = certamente compraria; 1 = jamais compraria) (APÊNDICE A) para todos os tempos de vida de prateleira analisados. Antes da execução do teste, foi apresentado aos provadores o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE B), sendo solicitadas suas assinaturas, caso concordassem em participar da

pesquisa. Posteriormente, os provadores foram acomodados em cabines individuais, onde receberam orientações sobre a execução do teste, e sobre o uso das fichas de avaliação. O teste foi realizado com 72 julgadores não treinados, 71 % do sexo feminino e 29 % do sexo masculino, com idade entre 18 e 55 anos, que compreenderam alunos, professores e funcionários da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

As amostras foram codificadas com 3 dígitos escolhidos aleatoriamente, e apresentadas de forma monádica aos provadores em pratos descartáveis, acompanhadas por água e biscoito de água e sal para limpeza do palato. A ordem de apresentação das amostras foi obtida por um desenho experimental de blocos completos randomizados, sendo os julgadores considerados como blocos. Os participantes do estudo avaliaram as amostras quanto aos atributos sensoriais de avaliação global, cor, aroma, textura e sabor. Para a realização deste teste, a pesquisa foi previamente aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade de Pernambuco (CEP/UPE N° 672.743) (ANEXO).

Análise dos dados

Os dados físicos, físico-químicos e as médias das notas relativas aos atributos sensoriais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste de Duncan, ao nível de 5 % de significância, utilizando o software *Statistica 7.0*. Também foi realizada a regressão linear dos dados, considerando cada dado obtido como variável dependente, e o tempo de armazenamento como variável independente.

Para avaliar o comportamento de aceitação dos consumidores, cada atributo foi considerado isoladamente na análise de regressão. Considerando esta regressão, a vida de prateleira sensorial foi determinada como o tempo necessário para um ou mais atributos atingirem o valor predeterminado de 6 pontos. Este valor predeterminado, também chamado de “critério de falha”, ou limite de aceitabilidade (GIMÉNEZ *et al.*, 2012), tem sido utilizado por vários autores (GÁMBARO; ARES; GIMÉNEZ, 2006; GIMÉNEZ *et al.*, 2007; GIMÉNEZ *et al.*, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises microbiológicas indicaram que a fruta estruturada mista de acerola e ciriguela permaneceu estável pelo período de 30 dias. Não houve crescimento significativo de aeróbios totais, coliformes e de bolores e leveduras durante este período. Aos 40 dias de vida de prateleira, houve crescimento de leveduras, não sendo observada presença de bolores. Não há legislação específica sobre os padrões microbiológicos para a fruta estruturada. A Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001, que estabelece os padrões microbiológicos para alimentos, não determina padrões para bolores e leveduras.

Segundo Jay (2005), os alimentos de umidade intermediária, cuja atividade de água encontra-se entre 0,60 e 0,85, e teor de umidade entre 15 e 50 % são favoráveis ao crescimento de bolores e leveduras. Como a atividade de água controla as reações químicas e enzimáticas que reduzem a vida de prateleira dos alimentos (ROBERTSON, 2009), aqueles de umidade intermediária possuem vida de prateleira mais longa do que os alimentos com maior teor de umidade.

A fruta estruturada apresentou atividade de água de 0,89 e umidade de 42,41 % no início do estudo (Tabela 1). Sua estabilidade microbiológica até 30 dias de vida de prateleira, mesmo estocada em refrigeração, pode ser devido à atividade de água acima do limite máximo considerado para um alimento de umidade intermediária, além da ausência de conservantes em sua composição.

Tabela 1- Parâmetros físico-químicos (médias e desvios-padrão) durante a vida de prateleira da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela.

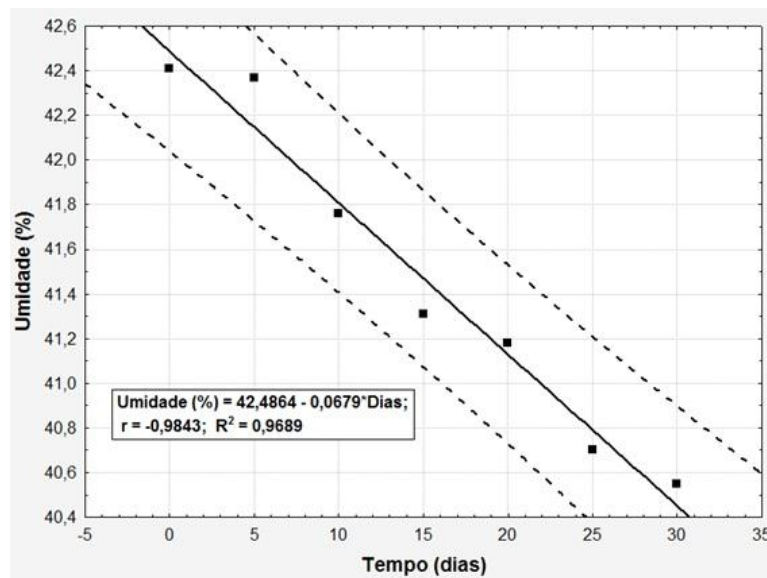
Armazenamento (dias)	Parâmetros					
	pH	A.T.	Umidade	Aa	S.S.	Ac.Asc.
0	4,44±0,04 ^a	0,11±0,002 ^a	42,41±0,45 ^a	0,891±0,006 ^a	50,33±0,58 ^a	673,37±35,47 ^a
5	4,43±0,01 ^a	0,11±0,001 ^a	42,37±0,38 ^a	0,8922±0,002 ^a	49,67±0,58 ^a	665,63±26,81 ^a
10	4,46±0,01 ^{a,b}	0,1±0,003 ^a	41,76±0,32 ^{a,b}	0,8932±0,0006 ^a	49,67±0,58 ^a	657,89±23,22 ^a
15	4,46±0,01 ^{a,b}	0,099±0,002 ^b	41,31±0,29 ^{b,c}	0,891±0,002 ^a	49,33±0,58 ^a	588,24±46,43 ^b
20	4,48±0,01 ^b	0,091±0,003 ^c	41,18±0,51 ^{b,c,d}	0,8848±0,0007 ^b	49,67±0,58 ^a	565,02±23,22 ^{b,c}
25	4,48±0,006 ^b	0,089±0,002 ^c	40,7±0,3 ^{c,d}	0,8828±0,0009 ^{b,c}	49,33±0,58 ^a	510,84±26,81 ^{c,d}
30	4,48±0,01 ^b	0,085±0,003 ^d	40,55±0,29 ^d	0,8793±0,002 ^c	49,33±0,58 ^a	495,36±46,44 ^d

Médias verticais seguidas da mesma letra indicam que não houve diferença pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. A.T. = acidez titulável (% ácido málico); Umidade em %; S.S. = sólidos solúveis (° Brix); Ac.Asc. = ácido ascórbico (mg/100 g).

A variação dos parâmetros físico-químicos da fruta estruturada ao longo da vida de prateleira é mostrada na Tabela 1. Os resultados da ANOVA indicam que a primeira variação significativa ocorreu aos 15 dias de armazenamento para os parâmetros de pH, umidade, acidez titulável e ácido ascórbico. A atividade de água variou significativamente aos 20 dias de armazenamento, enquanto o teor de sólidos solúveis não apresentou alterações ao longo da vida de prateleira.

A perda de umidade da fruta estruturada foi de 1,86% ao longo do tempo, variando de 42,41% a 40,55% no tempo zero até os 30 dias, respectivamente (Tabela 1). A regressão linear entre este teor e o tempo de armazenamento (Figura 3) mostrou que o conteúdo de umidade foi negativamente correlacionado com tempo ($r = -0,98$). A alta significância estatística para a inclinação ($b = -0,0679$, $P < 0,05$) indica que o teor de umidade do produto decaiu gradualmente ao longo do armazenamento, perdendo 0,0679% de umidade por dia de vida de prateleira.

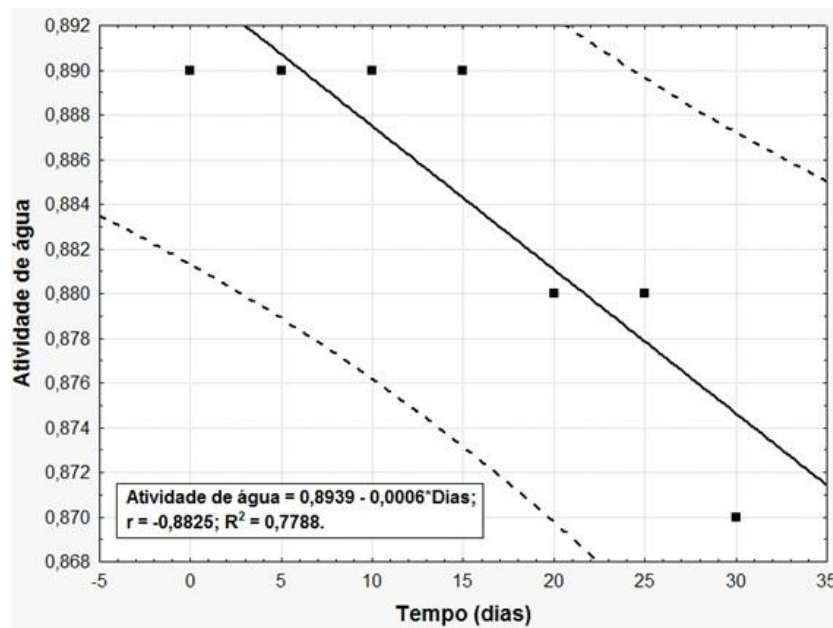
Figura 3- Modelo ajustado e o intervalo de 95% de confiança do teor de umidade *versus* o tempo de armazenamento para a fruta estruturada mista de acerola e ciriguela.



O teor de atividade de água decaiu ao longo do tempo, conforme se observa na Tabela 1, variando de 0,891 até 0,8793 entre os tempos 0 e 30 dias, respectivamente. De acordo com Azeredo (2012), os conceitos de atividade de água e de umidade relativa (UR) estão intimamente relacionados, sendo que a atividade de água pode ser expressa como umidade relativa do produto ($Aa \times 100$). Desta forma, a fruta estruturada no tempo zero (atividade de

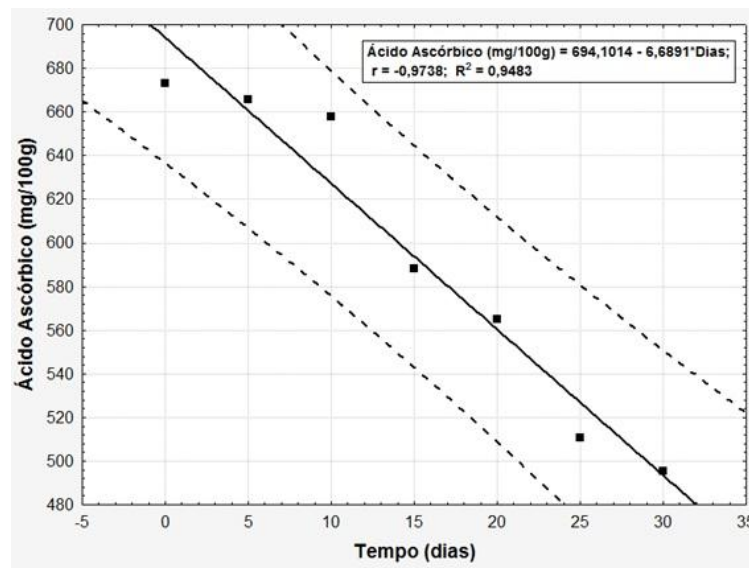
água = 0,891) possui UR (0,891 x 100) de 89,1 %. Considerando a umidade média da câmara de refrigeração, 71,5 %, observa-se que a umidade relativa do produto é maior do que a do ambiente, e por isso, o produto perde umidade. A regressão linear obtida entre o teor de atividade de água e o tempo de armazenamento (Figura 4) mostrou alta significância estatística para a inclinação ($b = -0,0006$, $P < 0,05$), indicando que a atividade de água decaiu 0,0006 por dia de armazenamento.

Figura 4- Modelo ajustado e o intervalo de 95% de confiança da atividade de água *versus* o tempo de armazenamento para a fruta estruturada mista de acerola e ciriguela.



Com relação ao ácido ascórbico, o teor desta vitamina foi negativamente correlacionado com o tempo ($r = -0,97$) (Figura 5), variando de 673,37 a 495,36 mg/100 g entre o tempo zero e 30 dias (Tabela 1). A degradação do ácido ascórbico é um fenômeno que ocorre durante o processamento e o armazenamento (MANSO *et al.*, 2001), e as reações envolvidas nesse processo são frequentemente responsáveis por mudanças importantes na qualidade que ocorrem no armazenamento de alimentos, limitando a vida de prateleira (AL-ZUBAIDY; KHALIL, 2007). A regressão linear entre o teor de ácido ascórbico e o tempo de armazenamento (Figura 5) mostrou alta significância para a inclinação ($b = -6,69$, $P < 0,05$), indicando a degradação desta vitamina a uma taxa de 6,69 mg/100 g por dia de vida de prateleira.

Figura 5- Modelo ajustado e o intervalo de 95% de confiança do teor de ácido ascórbico *versus* o tempo de armazenamento para a fruta estruturada mista de acerola e ciriguela.



O ácido ascórbico é uma vitamina hidrossolúvel, que se oxida dependendo de alguns fatores como oxigênio, calor, luz, atividade de água, presença de íons metálicos, como Cu^{+2} e Fe^{+3} , temperatura e tempo de estocagem (GREGORY III, 2008). A fruta estruturada, com atividade de água inicial de 0,89, foi estocada em refrigeração, em embalagem que oferece média barreira ao oxigênio (GARCIA; SARANTÓPOULOS; COLTRO, 2008; KIM; MIN; KIM, 2014), envolta em folha de alumínio, selecionado para reforçar a barreira ao oxigênio e por oferecer barreira à luz. Levando em consideração estes fatores, pode-se atribuir o decaimento do teor de vitamina C à presença de oxigênio residual no interior da embalagem, favorecendo a via aeróbica de oxidação. Entretanto, devido ao alto teor de ácido ascórbico inicial, a fruta estruturada permanece com bons níveis desta vitamina, mesmo aos 30 dias de vida de prateleira.

Com relação aos parâmetros físicos, observou-se um aumento gradual na diferença total de cor (ΔE^*) entre os produtos armazenados e o produto recém-processado (Tabela 2) após 20 dias de vida de prateleira. Aos 30 dias, o valor de ΔE^* foi de 1,76, que, segundo Yamauchi (1989), encontra-se na faixa detectável por pessoas treinadas (0 - 0,5, diferenças-traço; 0,5 - 1,5, pouco discernível, dificilmente detectável pelo olho humano; 1,5 - 3, perceptível, detectável por pessoas treinadas; 3 - 6, perceptível, detectável por pessoas comuns; 6 - 12, grande diferença, entre cores pertencentes a um mesmo grupo; maior que 12, extrema, entre cores pertencentes a grupos distintos).

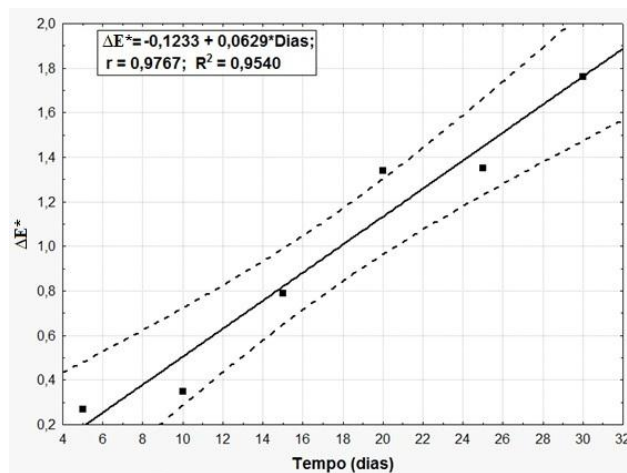
Tabela 2- Parâmetros físicos (médias e desvios-padrão) durante a vida de prateleira da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela.

Armazenamento (dias)	Parâmetros				
	L*	a*	b*	ΔE^*	Firmeza
0	57,03±0,56 ^a	4,07±0,19 ^a	34,6±0,87 ^a	-	719±30,28 ^a
5	57,06±0,58 ^a	4,04±0,18 ^a	34,61±0,87 ^a	0,27±0,17 ^a	715,5±20,95 ^a
10	57,01±0,58 ^a	4,04±0,2 ^a	34,56±0,95 ^a	0,35±0,14 ^a	645,67±28,76 ^b
15	57,02±0,52 ^a	4,03±0,21 ^a	35,38±0,77 ^b	0,79±0,32 ^{a,b}	644,83±28,15 ^b
20	57,79±0,94 ^b	4,05±0,26 ^a	35,57±0,89 ^b	1,34±0,79 ^{b,c}	614±25,23 ^b
25	58,02±0,56 ^b	3,76±0,18 ^b	35,32±0,99 ^b	1,33±0,26 ^{b,c}	610,5±29,6 ^b
30	58,52±0,96 ^c	3,79±0,34 ^b	35,35±0,96 ^b	1,76±0,9 ^c	560,33±36,81 ^c

Médias verticais seguidas da mesma letra indicam que não houve diferença pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância. Firmeza expressa em g.

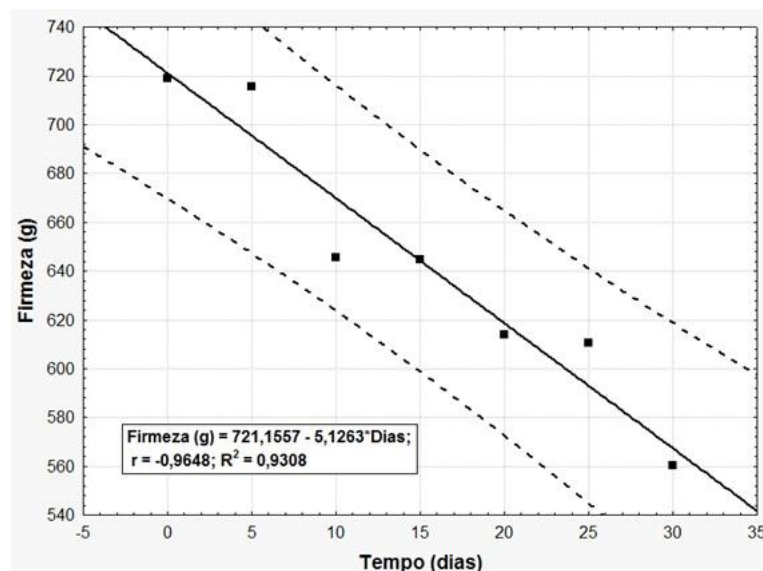
Foi realizada a regressão linear entre a diferença total de cor e o tempo de armazenamento (Figura 6), mostrando alta significância estatística para a inclinação ($b = 0,0629$, $P < 0,05$), o que indica que a diferença total de cor entre os tempos de armazenamento e o produto recém-processado aumentou gradualmente ao longo da vida de prateleira, a uma taxa de 0,0629 pontos por dia. O coeficiente de determinação ($R^2 = 0,95$) indica que 95% da variação deste parâmetro foi explicada pelo modelo, o que significa que esta equação obtida pode ser usada para prever o comportamento da diferença total de cor em outros tempos de vida de prateleira. Desta forma, considerando a classificação proposta por Yamauchi (1989), o tempo necessário para o valor de ΔE^* atingir o valor de 3 (valor mínimo perceptível por pessoas comuns) seria de 50 dias. Entretanto, a percepção de uma possível alteração de cor não significa que o consumidor rejeitaria o produto.

Figura 6- Modelo ajustado e o intervalo de 95% de confiança da diferença total de cor (ΔE^*) *versus* o tempo de armazenamento para a fruta estruturada mista de acerola e ciriguela.



Em relação à textura objetiva, observou-se o decaimento da firmeza ao longo do tempo, indicando o amolecimento da textura (Tabela 2), sendo a primeira mudança significativa observada aos 10 dias. A regressão linear obtida entre este parâmetro e o tempo de armazenamento (Figura 7) mostrou alta significância para a inclinação ($b = -5,13$, $P < 0,05$), mostrando a queda da firmeza a uma taxa de 5,13 g por dia de armazenamento. Entretanto, este parâmetro não indica o grau de percepção sensorial pelo consumidor.

Figura 7- Modelo ajustado e o intervalo de 95% de confiança da firmeza *versus* o tempo de armazenamento para a fruta estruturada mista de acerola e ciriguela.



Avaliação Sensorial

Na avaliação sensorial da vida de prateleira da fruta estruturada, conforme já citado anteriormente, foram recrutados 72 prováveis consumidores do produto. Este número é superior ao utilizado por outros autores em estudos de vida de prateleira. Villanueva e Trindade (2010), avaliando a vida de prateleira de cupcakes de chocolate, recrutaram 66 consumidores. Giménez, Ares e Gámbaro (2008), ao trabalharem com pães integrais e alfajores, utilizaram 50 pessoas para cada produto. Gámbaro, Ares e Giménez (2006) utilizaram 40 consumidores para avaliar a vida de prateleira sensorial de um alimento a base de maçã para crianças. No presente estudo, por se tratar de um produto novo, do qual os consumidores não possuem um referencial sobre suas características sensoriais, optou-se por um número maior de avaliadores para proporcionar maior precisão à análise.

Não houve diferença significativa entre os tempos de armazenamento para os atributos de avaliação global, cor, aroma, textura e sabor avaliados (Tabela 3). De fato, houve pouca variação dos escores de aceitabilidade ao longo do tempo, o que pode indicar a manutenção dos atributos de qualidade da fruta estruturada durante os 30 dias de armazenamento. Alguns comentários negativos feitos pelos consumidores a respeito do aroma foram registrados, tais como “aroma azedo” e “aroma desagradável”, indicando que este é um aspecto a ser melhorado no produto.

Tabela 3- Atributos sensoriais (médias e desvios-padrão) durante a vida de prateleira da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela.

Armazenamento (dias)	Atributos sensoriais				
	Av. global	Cor	Aroma	Textura	Sabor
0	6,80±1,60 ^a	7,35±1,25 ^a	5,22±1,15 ^a	6,74±1,35 ^a	6,65±1,40 ^a
10	6,74±1,30 ^a	7,28±1,42 ^a	5,27±1,28 ^a	6,65±1,47 ^a	6,49±1,55 ^a
20	6,70±1,50 ^a	7,15±1,55 ^a	5,48±1,67 ^a	6,52±1,28 ^a	6,46±1,32 ^a
30	6,60±1,60 ^a	6,90±1,76 ^a	5,57±1,80 ^a	6,21±1,40 ^a	6,33±1,28 ^a

Médias verticais seguidas da mesma letra indicam que não houve diferença pelo teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

A intenção de compra (%) para cada tempo de armazenamento é mostrada na Tabela 4. Pode-se observar que o percentual praticamente não variou ao longo do tempo, já que 19,44

% dos consumidores afirmaram que certamente comprariam a fruta estruturada recém-processada (0 dias de armazenamento), e este percentual variou para 16,67 %, 18,05 % e 20,83 % para os produtos com 10, 20 e 30 dias de armazenamento, respectivamente. É possível observar também que a maioria das respostas, em todos os tempos analisados, se concentrou na nota 4 (talvez compraria). Este comportamento de dúvida pode estar relacionado ao fato de que o aroma, em geral, não foi bem aceito pelos consumidores, obtendo médias em torno de 5 pontos (Tabela 3). Alguns consumidores comentaram que apreciaram o sabor do produto, porém seu aroma pesaria negativamente na decisão de compra.

Tabela 4- Intenção de compra (%) para a fruta estruturada mista de acerola e ciriguela em cada tempo de armazenamento.

Intenção de compra	Dias de armazenamento			
	0	10	20	30
Jamais compraria	8,3	8,3	8,3	6,94
Talvez não compraria	15,28	20,83	9,72	15,28
Talvez compraria / talvez não compraria	16,67	23,61	25	23,61
Talvez compraria	40,28	30,55	38,89	33,33
Certamente compraria	19,44	16,67	18,05	20,83

Estimativa da vida de prateleira sensorial

Na metodologia do limite de aceitabilidade, é obtido um diagrama de dispersão das médias dos escores de qualidade geral em função do tempo de armazenamento, e é realizada a regressão linear dos dados. A vida de prateleira é determinada como o tempo necessário para este escore do produto cair abaixo de um valor predeterminado (GIMÉNEZ *et al.*, 2012).

Por ser um produto cujas características sensoriais não são bem conhecidas e definidas pelo consumidor, esta metodologia foi aplicada para cada um dos atributos analisados, como forma de avaliar qual/quais características exerce/exercem maior influência na qualidade da fruta estruturada ao longo do seu armazenamento. Vários autores utilizaram o valor predeterminado de 6 pontos na escala hedônica como ponto de corte para o fim da vida de prateleira (GÁMBARO; ARES; GIMÉNEZ, 2006; GIMÉNEZ *et al.*, 2007; GIMÉNEZ *et al.*,

2008). Villanueva e Trindade (2010) estabeleceram o valor de 5 pontos como o limite de aceitabilidade. No presente estudo, considerou-se o valor de 6 pontos como limite, para proporcionar maior rigorosidade ao estudo.

Os modelos a seguir foram obtidos a partir da regressão linear (Figura 8) para cada um dos atributos avaliados.

$$\text{Avaliação Global} = 6,806 - 0,0064 \times \text{Tempo}$$

$$\text{Cor} = 7,392 - 0,0148 \times \text{Tempo}$$

$$\text{Aroma} = 5,196 + 0,0126 \times \text{Tempo}$$

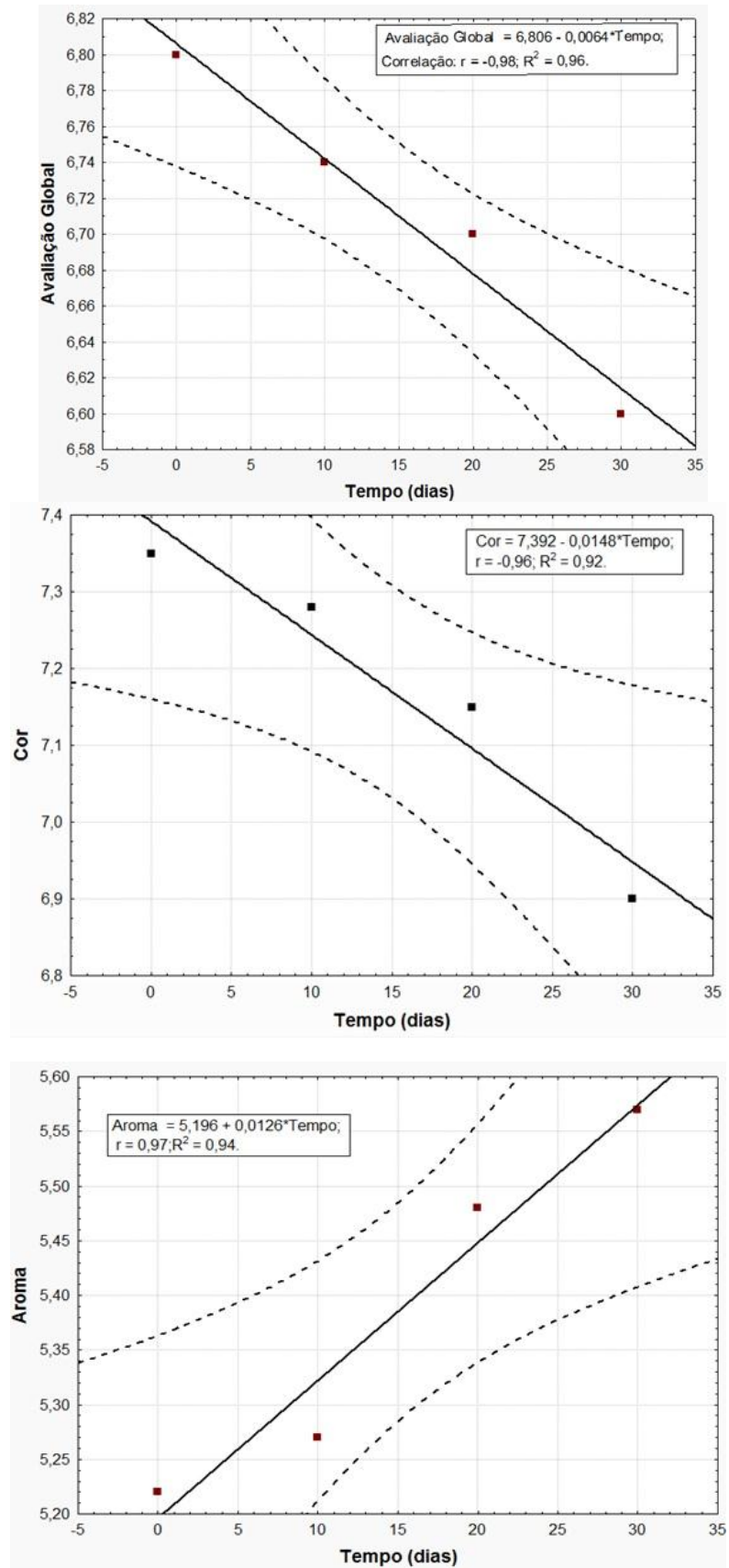
$$\text{Textura} = 6,788 - 0,0172 \times \text{Tempo}$$

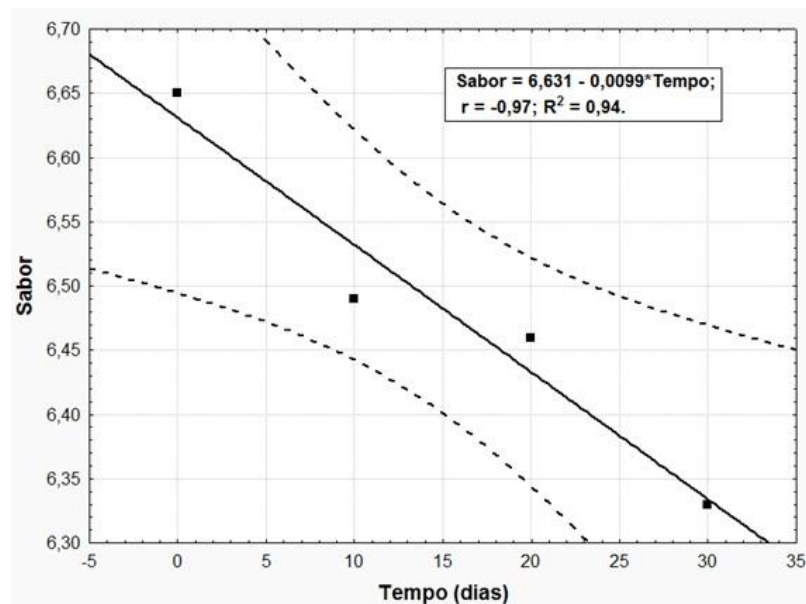
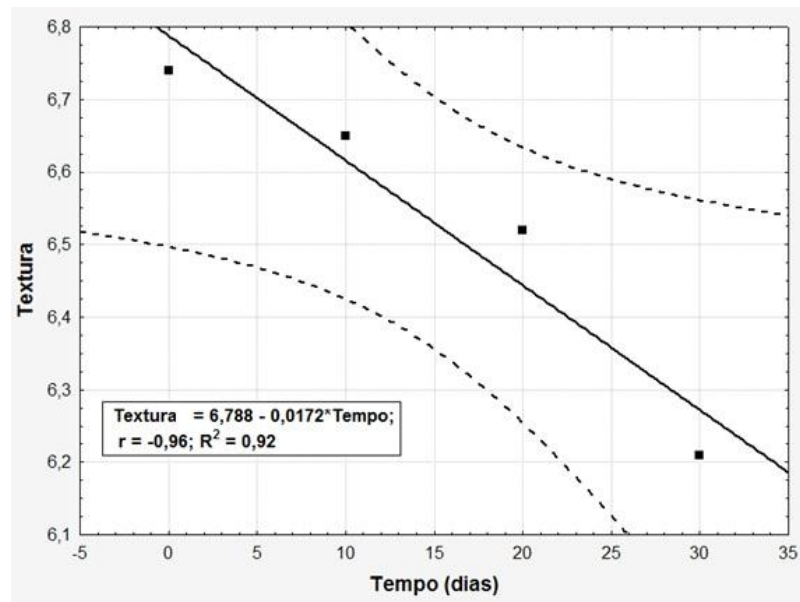
$$\text{Sabor} = 6,631 - 0,0099 \times \text{Tempo}$$

As regressões obtidas entre os atributos sensoriais e o tempo de armazenamento (Figura 8) mostraram alta significância para todas as inclinações ($P < 0,05$), indicando que as relações entre as médias dos atributos *versus* o tempo de armazenamento foram lineares, com perdas de 0,0064, 0,0148, 0,0172 e 0,0099 pontos por dia de armazenamento para os atributos de avaliação global, cor, textura e sabor, respectivamente. O aroma foi o único atributo cujas médias aumentaram ao longo da vida de prateleira, a uma taxa de 0,0126 pontos por dia.

Os coeficientes de determinação ($R^2 = 0,96$ para avaliação global; $R^2 = 0,92$ para cor; $R^2 = 0,94$ para aroma; $R^2 = 0,92$ para textura e $R^2 = 0,94$ sabor) indicam que 96 %, 92 %, 94 %, 92 % e 94 % da variação dos dados de aceitação para os atributos de avaliação global, cor, aroma, textura e sabor, respectivamente, foram explicados pelos modelos, significando que estes foram bons. A Figura 8 apresenta os modelos ajustados com o intervalo de confiança de 95 %. Pode ser observado que todas as médias de aceitação para cada atributo avaliado encontram-se dentro do intervalo, confirmando a validade dos modelos. Portanto, estes modelos podem ser usados para estimar a vida de prateleira sensorial da fruta estruturada.

Figura 8- Modelos ajustados e o intervalo de 95% de confiança para os atributos de avaliação global, cor, aroma, textura e sabor *versus* o tempo de armazenamento para a fruta estruturada mista de acerola e ciriguela.





Considerando o escore de 6 pontos como o limite de qualidade, a vida de prateleira sensorial da fruta estruturada foi estimada em 126 dias para o atributo de avaliação global, 94 dias para cor, 46 dias para textura e 64 dias para sabor. Como o aroma apresentou médias abaixo do limite de aceitabilidade de 6 pontos já no início do estudo, este atributo não foi considerado na estimativa da vida de prateleira.

A vida de prateleira do atributo cor, estimada pela análise sensorial em 94 dias, foi superior aos 50 dias estimados pelo modelo obtido a partir da diferença total de cor (ΔE^*), indicando que, mesmo que a diferença de coloração seja perceptível neste período, o consumidor ainda aceitaria o produto.

A textura foi o atributo que obteve a menor vida de prateleira estimada (46 dias), sendo, portanto, a característica sensorial que mais influenciou a qualidade da fruta estruturada ao longo do armazenamento, corroborando a acentuada queda da firmeza instrumental observada. Observa-se que a vida de prateleira sensorial estimada da fruta estruturada é superior aos 30 dias avaliados, sugerindo que a fruta estruturada poderia ter um período mais longo de vida de prateleira se a atividade de água do produto fosse menor. Este parâmetro poderia, inclusive, ser diminuído ao ponto em que a fruta estruturada pudesse ser armazenada em temperatura ambiente, reduzindo custos com a manutenção da cadeia de frio.

CONCLUSÃO

A fruta estruturada mista de acerola e ciriguela permaneceu microbiologicamente estável por um período de 30 dias. As análises mostraram que o produto perde umidade ao longo do armazenamento. O teor de ácido ascórbico apresentou queda ao longo do armazenamento, porém, aos 30 dias, a fruta estruturada ainda permaneceu com altos níveis desta vitamina, indicando, portanto, a manutenção de sua qualidade nutricional.

As características sensoriais não foram alteradas de forma significativa ao longo do período de armazenamento. Dentre os atributos sensoriais estudados, a textura foi o parâmetro que mais influenciou a qualidade da fruta estruturada, limitando a vida de prateleira do produto a 46 dias. Os dados demonstraram a necessidade de estudos complementares, a fim de melhorar o aroma e reduzir a atividade de água da fruta estruturada, de modo a oferecer ao consumidor um produto nutritivo, com boas características sensoriais e com um tempo prolongado de vida de prateleira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-ZUBAIDY, M. M. I.; KHALIL, R. A. Kinetic and prediction studies of ascorbic acid degradation in normal and concentrate local lemon juice during storage. **Food Chemistry**, v. 101, p. 254-259, 2007.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 18 ed. Washington DC USA, 2002.

AZEREDO, H. M. C.; BRITO, E. S. GARRUTI, D. S. Alterações químicas em alimentos durante a estocagem. In.: AZEREDO, H. M. C. (Ed. Tec.). **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Brasília, DF: Embrapa, p. 39-75, 2012.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 12, de 02/01/2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001, Seção I, p. 45-53.

CAVALCANTI, D. T. B. **Desenvolvimento de fruta estruturada simples e mista com ciriguela e acerola**. 2012. 148f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE), Recife, 2012.

CORRIGAN, V.; HEDDERLEY, D.; HARVEY, W. Modeling the shelf life of fruit-filled snack bars using survival analysis and sensory profiling techniques. **Journal of sensory studies**, v. 27, p. 403-416, 2012.

FIZMAN, S. M.; DURAN, L. Effect of fruit pulps and sucrose on the compression response of different polysaccharides gel systems. **Carbohydrate Polymers**, v. 17, n. 1, p. 11-17, 1992.

FU, B.; LABUZA, T. Shelf life prediction: Theory and application. **Food Control**, v. 4, p. 125-133. 1993.

GÁMBARO, A.; ARES, G.; GIMÉNEZ, A. Shelf life estimation of apple- baby food. **Journal of Sensory Studies**, v. 21, p. 101-111, 2006.

GARCIA, E. E. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; COLTRO, L. Materiais plásticos para embalagens rígidas. In: OLIVEIRA, L. M.; QUEIROZ, G. C. **Embalagens plásticas rígidas**. p. 15-59, 2008.

GIMÉNEZ, A.; ARES, F.; ARES, G. Sensory shelf life estimation: A review of current methodological approaches. **Food Research International**, v. 49, 311-325, 2012.

GIMÉNEZ, A.; ARES, G.; GÁMBARO, A. Survival analysis to estimate sensory shelf life using acceptability scores. **Journal of Sensory Studies**, v. 23, 571-582, 2008.

GIMÉNEZ, A.; VARELA, P.; SALVADOR, A.; ARES, G.; FISZMAN, S. e GARITTA, L. Shelf life estimation of brown bread: A consumer approach. **Food Quality and Preference**, v. 18, 196-204, 2007.

GREGORY III, J. F. Vitamins. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K.; FENNEMA. **Fennema's Food Chemistry**, 4th ed. Boca Raton: CRC Press, p. 439 -521, 2008.

GRIZOTTO, R. K.; BRUNS, R. E.; AGUIRRE, J. M.; BATISTA, G. Otimização via metodologia de superfície de resposta dos parâmetros tecnológicos para produção de fruta estruturada e desidratada a partir de polpa concentrada de mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, p. 158-164, 2005.

HOUGH, G.; LANGOHR, K.; GÓMEZ, G.; CURIA, A. Survival analysis applied to sensory shelf life of foods. **Journal of Food Science**, v. 68, p. 359-362, 2003.

HOUGH, G. **Sensory shelf life estimation of food products**. Boca Raton: CRC Press., 2010, 246 p.

JAY, J. M. **Microbiologia dos alimentos**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

KIM, Y. T.; MIN, B.; KIM, K. W. General characteristics of packaging materials for food system. In: HAN, J. H (Ed.). **Innovations in Food Packaging**. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2014.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food. Principles and practices**. 2nd ed. New York: Springer. 2010.

MANSO, C.; OLIVERIA, F.; OLIVERIA, J.; FRIAS, J. Modeling of ascorbic acid thermal degradation and browning in orange juice under aerobic conditions. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 36, p. 303–312, 2001.

OLIVEIRA, L. S.; MOURA, C. F. H.; BRITO, E. S.; MAMEDE, R. V. S.; MIRANDA, M. R. A. Antioxidant metabolism during fruit development of different acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) clones. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 60, p. 7957–7964, 2012.

ROBERTSON, G. L. Food quality and indices of failure. In: ROBERTSON, G. L. **Food packaging and shelf life: a practical guide**. Boca Raton: CRC Press, p. 17-30, 2009.

VIJAYANAND, P.; YADAV, A. R.; BALASUBRAMANYAM, N.; NARASHIMHAM, P. Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. **LWT- Food Science and Technology**, v. 33, p. 132-137, 2000.

VILLANUEVA, N. D. M.; TRINDADE, M. A. Estimating sensory shelf life of chocolate and carrot cupcakes using acceptance tests. **Journal of Sensory Studies**, v. 25, p. 260-279, 2010.

YAMAUCHI, J. **Handbook of Color Science**. 1st Ed. Japanese Academy of Color Science, Tokyo, Japan. 1989.



APÊNDICE A



Teste de aceitação e intenção de compra da fruta estruturada mista de acerola e ciriguela

Prorador nº: _____

Nome: _____ Idade: _____ Data: _____ Tel: _____

Escolaridade: _____ E-mail: _____

Você está recebendo 4 amostras codificadas de fruta estruturada mista de acerola e ciriguela. Prove-as e escreva o valor da escala que você considera correspondente à amostra (código). Antes de cada avaliação, você deverá fazer uso da água, para limpeza do palato.

De acordo com os quesitos de avaliação global, cor, aroma, textura e sabor, anote o valor da escala correspondente à amostra.

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| 9- Gostei extremamente | 4- Desgostei ligeiramente |
| 8- Gostei muito | 3- Desgostei moderadamente |
| 7- Gostei moderadamente | 2- Desgostei muito |
| 6- Gostei ligeiramente | 1- Desgostei extremamente |
| 5- Nem gostei, nem desgostei | |

Nº código	Av.global	Cor	Aroma	Textura	Sabor

Agora, para as mesmas amostras, analise em relação à intenção de compra e escreva o valor da escala abaixo que você considera correspondente ao produto.

- | | |
|---|-------------------------|
| 5- Certamente compraria | 2- Talvez não compraria |
| 4- Talvez compraria | 1- Jamais compraria |
| 3- Talvez compraria, talvez não compraria | |

Código da amostra

Valor

Observações: _____

Obrigada pela sua participação!



APÊNDICE B



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS DOMÉSTICAS
PÓS – GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DOS ALIMENTOS
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o(a) Sr.(a) para participar como voluntário(a) da pesquisa ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA DE FRUTA ESTRUTURADA MISTA DE ACEROLA E CIRIGUELA, que está sob responsabilidade da pesquisadora LAÍS MEDEIROS DA CÂMARA FRANÇA, end. Rua Dom Manoel de Medeiros S/N – Departamento de Ciências Domésticas CEP:52171-900, Recife – PE – cel: (81) 92331496, e-mail: lais.medeiros.bio@gmail.com, e está sob a orientação da professora Dra. Maria Inês Sucupira Maciel, cel: (81) 9292641, e-mail: m.inesdcd@gmail.com.

Este Termo de Consentimento pode conter alguns termos que o(a) senhor(a) não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte à pessoa a quem está lhe entrevistando, para que o(a) senhor(a) esteja bem esclarecido(a) sobre tudo que está respondendo. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, caso aceite fazer parte do estudo, rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua, e a outra, do pesquisador responsável. Em caso de recusa, o(a) senhor(a) não será penalizado(a) de forma alguma. Também garantimos que o(a) senhor(a) tem o direito de retirar o consentimento da sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer penalidade.

Informações sobre a pesquisa

Esta pesquisa tem o objetivo de conhecer as características que se alteram durante o armazenamento da fruta estruturada. O teste sensorial é a etapa final desta pesquisa, que vai permitir à pesquisadora conhecer a opinião dos consumidores em potencial em relação ao produto com diferentes tempos de armazenamento. As amostras que serão servidas a(o) senhor(a) foram previamente submetidas a análises microbiológicas, não havendo, portanto, qualquer risco de intoxicação ou prejuízo à saúde do(a) senhor(a).

O teste sensorial constará de uma etapa única, na qual o(a) senhor(a) receberá 4 amostras, uma por vez, referentes a diferentes tempos de armazenamento do produto. Ao fazer a degustação, o(a) senhor(a) deverá atribuir notas para os quesitos qualidade global, cor, aroma, textura e sabor de acordo com a ficha de avaliação, e posteriormente, avaliar se compraria o produto. Durante o intervalo entre as amostras, o(a) senhor(a) deverá fazer uso da bolacha de água e sal e da água para a limpeza da cavidade bucal.

Esta pesquisa trará benefícios, como a possibilidade de inserção de um produto nutritivo, rico em vitamina C, e de preço acessível ao consumidor no mercado alimentício. A partir da sua resposta, será possível conhecer quais dos quesitos acima citados (qualidade global, cor, aroma, textura e sabor) se modificam mais rápido durante o armazenamento. Isto

permitirá, futuramente, a melhoria da fruta estruturada, assim como o prolongamento de sua vida útil. Este experimento possui baixo risco, associado ao desconforto sensorial, caso o(a) senhor(a) não se identifique com o produto.

As informações dessa pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nessa pesquisa (fichas) ficarão armazenados em pastas, e serão transcritos e salvos em mídia digital (pendrive), que ficarão sob a guarda da pesquisadora responsável, no endereço: Av. Bernardo Vieira de Melo, 5604, ap.1601, pelo período de 5 anos.

O(a) senhor(a) não pagará nada para participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação). Fica garantida também indenização, em caso de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Em casos de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos desse estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco, localizado à Av. Agamenon Magalhães, S/N, Santo Amaro, Recife-PE, telefone 81-3183-3775 ou ainda através do e-mail comite.etica@upe.br

(Assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou escuta da leitura) deste documento, e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA DE FRUTA ESTRUTURADA MISTA DE ACEROLA E CIRIGUELA, como voluntário(a). Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Recife, ____/____/____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar (2 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores).

Nome: _____

Nome: _____

Assinatura: _____

Assinatura: _____

ANEXO

UNIVERSIDADE DE
PERNAMBUCO/ PROPEGE/



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTUDO DA VIDA DE PRATELEIRA DE FRUTA ESTRUTURADA MISTA DE ACEROLA E CIRIGUELA

Pesquisador: Laís Medeiros da Câmara França

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 31188514.0.0000.5207

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 672.743

Data da Relatoria: 03/06/2014

Apresentação do Projeto:

O nordeste brasileiro possui uma grande variedade de frutos com excelentes características sensoriais e nutritivas. Dentre estes frutos, pode-se citar a acerola, que é rica em vitamina C e outros compostos antioxidantes, e a ciriguela, que também possui potencial antioxidante, sendo fonte de carotenoides com atividade de provitamina A. Essa grande diversidade de espécies frutíferas no nordeste, aliada ao desejo crescente da população por alimentos mais nutritivos e às grandes perdas anuais de frutos, traz a necessidade de novas tecnologias que possibilitem o aumento de sua vida útil. Dentre essas tecnologias, as frutas estruturadas representam uma inovação na área de alimentos, e exibem resultados promissores. A fruta estruturada de acerola e ciriguela está sendo patenteada, sendo resultado de pesquisas feitas na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Entretanto, antes que o produto seja inserido no mercado consumidor, é necessário conhecer o seu tempo de vida de prateleira, bem como as reações que exercem maior influência na perda de qualidade durante este período. Diante disso, este projeto tem por objetivo conhecer as principais

Endereço: Av. Agamenon Magalhães, s/nº
 Bairro: Santo Amaro CEP: 50.100-010
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)3183-3775 Fax: (81)3183-3775 E-mail: comite.etica@upe.br