



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



Otimização do processo de produção e aceitação de rolinhos de Ciriguela

Recife, PE
2011

Lídia Cristina dos Santos Alencar Correia

Otimização do processo de produção e aceitação de rolinhos de Ciriguela

Dissertação apresentada a coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

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

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Samara Alvachian Cardoso de Andrade

Recife, PE
2011

Ficha catalográfica

C824o Correia, Lídia Cristina dos Santos Alencar
Otimização do processo de produção e aceitação de
rolinhos de ciriguela / Lídia Cristina dos Santos Alencar
Correia. – 2011.
112 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.
Inclui referência, anexo e apêndice.

1. Desidratação 2. Planejamento experimental
3. *Spondiar purpurea* 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

Otimização do processo de produção e aceitação de rolinhos de Ciriguela

Por: LÍDIA CRISTINA DOS SANTOS ALENCAR CORREIA

Esta dissertação foi julgada para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos e aprovada em 30/08/2011 pelo programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimento, em sua forma final.

Banca Examinadora

Profª Drª. Enayde de Almeida Mélo
(Membro interno)

Profª Drª. Samara Alvachian Cardoso de Andrade
(Membro interno)

Profª Drª. Margarida Angélica da Silva Vasconcelos
(Membro externo)

Profª Drª. Celiane Gomes Maia da Silva
(Membro interno - suplente)

Cada um que passa em nossa vida, leva um pouco de nós mesmos,

e deixa um pouco de si mesmo.

Há os que levam muito, e há os que deixam muito,

mas não há os que não deixam nada...

Antoine de Saint-Exupéry

Dedico,

*Aos meus pais, ao meu esposo Franklin
e ao nosso fruto Benício
por todo o amor que eles me transmitem
e pela felicidade de estarmos juntos nessa jornada.*

Amo muito vocês!!!

Agradecimentos

- ♥ *À Deus por todas as dádivas que tenho recebido.*
- ♥ *À meus pais, Luiz Henrique e Maria das Neves, pelo apoio e dedicação e sobretudo pelo imenso amor com que vocês nos criaram, a mim e a meus irmãos, Alberto e Livia.*
- ♥ *À minha orientadora Maria Inês por sua orientação, carinho e confiança durante todo o período em que trabalhamos juntas.*
- ♥ *À minha co-orientadora, Samara por toda ajuda, amizade e carinho dedicados.*
- ♥ *Ao CNPq pelo apoio financeiro.*
- ♥ *Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), por ter cedido os frutos.*
- ♥ *Ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade que tive de conviver com todos.*
- ♥ *Aos meus irmãos, Alberto e Livia pelo carinho, amizade e compreensão.*
- ♥ *Aos tios e tias que tanto torceram por mim e pela compreensão da ausência em diversos momentos em família.*
- ♥ *À minha família Magliano por todo apoio, torcida e incentivo.*
- ♥ *À todos que fazem o departamento de Ciências Domésticas.*
- ♥ *Aos professores do programa que repassaram os seus conhecimentos da melhor forma possível.*
- ♥ *À banca examinadora por todas as contribuições e críticas.*
- ♥ *À secretária do programa, Ana Engracia, por tudo.*
- ♥ *A minha turma querida, Adriana, Aldenise, Lili, Mariane e Quésia, obrigada pela amizade e ajuda em diversos momentos, e que este momento não seja de despedida!!!*
- ♥ *As minhas grandes e eternas amigas de laboratório, Ana Carla, Rosilda, Ana Paula, Christine, Kelvina, Wedja e Paloma, por*

tudo que convivemos e aprendemos e por nossos momentos maravilhosos juntas!!!

- ♥ *À Ilane, Rafaela e Michele pela ajuda nos experimentos e as demais meninas do laboratório Cristiane, Naira, Patrícia, Joana, Rosana, Flávia e Rita, pelo companheirismo e amizade.*
- ♥ *Às minhas amigas e ao meu amigo de graduação, Andréa, Cleonir, Flávia, Helena, Suely e Tony por toda a torcida que sempre demonstraram nas minhas conquistas.*
- ♥ *As minhas grandes amigas-irmãs Paulinha e Vanessa por toda amizade nesses longos anos, muito obrigada pelo carinho, incentivo e compreensão nas ausências.*
- ♥ *Por último e nunca menos importante à Franklin, meu esposo, amigo, companheiro de jornada, por toda ajuda, incentivo, exemplo e pelo amor que tens dedicado à mim nessa década de relacionamento.*
- ♥ *Muito obrigada à todos vocês e aqueles no qual não mencionei obrigada e perdão pelo esquecimento!!!*

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- Figura 1.** Relação entre a Aa, o crescimento microbiano e a velocidade de diversas reações. 25
- Figura 2.** Estrutura do β -caroteno. 31

ARTIGO 1

- Figura 1.** Fluxograma para obtenção do rolinho de ciriguela. 52
- Figura 2.** Curvas de cinética de secagem da polpa de Ciriguela pelo modelo de Page, Thompson e os dados experimentais. 57
- Figura 3.** Superfície de resposta e curvas de contorno em função da %Glicose e %Sacarose para atividade de água IPA-1, IPA-3 e IPA-9. 61
- Figura 4.** Superfície de resposta e curvas de contorno em função da %Glicose e %Sacarose para umidade IPA-1, IPA-3 e IPA-9. 64
- Figura 5.** Superfície de resposta e curvas de contorno em função da %Glicose e %Sacarose para carotenóides IPA-1, IPA-3 e IPA-9. 69
- Figura 6.** Superfície de resposta e curvas de contorno em função da %Glicose e %Sacarose para diferença de cor IPA-1, IPA-3 e IPA-9. 73
- Figura 7.** Superfície de resposta e curvas de contorno em função da %Glicose e %Sacarose para Textura IPA-1, IPA-3 e IPA-9. 75

ARTIGO 2

- Figura 1.** Fluxograma para obtenção do rolinho de ciriguela. 87
- Figura 2.** Perfil dos entrevistados segundo pesquisa de consumo. A = sexo; B = faixa etária; C = Escolaridade e D = faixa salarial familiar. 91
- Figura 3.** Atributos sensoriais do rolinho de ciriguela ideal segundo pesquisa de mercado. A = textura; B = cor; C = aroma; D = sabor e E = aparência. 93
- Figura 4.** Frequência das notas para Intenção de compra dos rolinhos de Ciriguela. 95
- Figura 5.** Percentagem da intenção de compra dos rolinhos de Ciriguela. 96
- Figura 6.** Rolinhos de ciriguela da formulação F3 (30% xarope de glicose + 5% sacarose). 97

LISTA DE TABELAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 1. Composição química de minerais e vitamina c da ciriguela	20
---	----

ARTIGO 1

Tabela 1. Níveis codificados das duas variáveis para rolinhos de ciriguela.	53
--	----

Tabela 2. Ensaios do planejamento experimental com níveis decodificados.	54
---	----

Tabela 3. Respostas das variáveis independentes do planejamento experimental dos genótipos IPA-1, IPA-3 e IPA-9.	59
---	----

Tabela 4. Efeitos das variáveis independentes na atividade de água e umidade de rolinhos de Ciriguela de três genótipos do IPA.	60
--	----

Tabela 5. Análise de Variância do modelo ajustado para a atividade de água dos rolinhos de ciriguela dos genótipos IPA-1, IPA-3 e IPA-9.	62
---	----

Tabela 6. Análise de Variância do modelo ajustado para a umidade nos rolinhos de Ciriguela dos genótipos IPA-1, IPA-3 e IPA-9.	65
---	----

Tabela 7. Efeitos das variáveis independentes no teor de carotenóides totais e na diferença de cor dos rolinhos de Ciriguela de três genótipos do IPA.	67
---	----

Tabela 8. Análise de Variância do modelo ajustado para teor de carotenóides totais em rolinhos de ciriguela de genótipos do IPA (Instituto Agrônômico de Pernambuco).	68
--	----

Tabela 9. Análise de Variância do modelo ajustado para diferença de cor em rolinhos de ciriguela de genótipos do IPA.	71
--	----

Tabela 10. Efeitos das variáveis independentes para textura do rolinho de Ciriguela dos três genótipos.	74
--	----

Tabela 11. Análise de Variância do modelo ajustado para textura em rolinhos de ciriguela de genótipos do IPA.	76
--	----

ARTIGO 2

Tabela 1. Resultados das análises microbiológicas nos rolinhos de ciriguela.	94
---	----

Tabela 2. Médias das notas obtidas na análise de aceitação de rolinhos de Ciriguela.	95
---	----

Tabela 3. Índice de aceitabilidade (%) dos rolinhos de ciriguela	96
---	----

Tabela 4. Análise físico-química da polpa, formulação e do rolinho de Ciriguela F3.	98
--	----

Tabela 5. Composição centesimal do rolinho de ciriguela da formulação F3.	100
--	-----

SUMÁRIO

1. Introdução	16
2. Objetivo geral	19
2.1 Objetivos Específicos	19
3. Revisão bibliográfica	20
3.1 Cirigueleira (<i>Spondias purpurea</i> L.)	20
3.2 Banco de germoplasma de cirigueleira	22
3.3 Desidratação	23
3.3.1 Atividade de água	24
3.3.2 Rolinhos de frutas	27
3.4 Carboidratos	28
3.4.1 Glicose	29
3.4.2 Sacarose	29
3.5 Carotenóides	30
3.6 Colorimetria	33
3.7 Textura	34
3.8 Análise sensorial	35
3.9 Pesquisa de consumo	37
3.10 Planejamento experimental	39
4. Referências bibliográficas	40
Artigo 1 – Otimização do processo de produção de rolinhos de Ciriguela	47
Resumo	47
Abstract	48
5.1 Introdução	49
5.2 Metodologia	51
a. Planejamento experimental	53

b. Cinética de secagem	54
c. Análises físico-químicas	55
d. Análise Estatística	56
5.3 Resultados e discussão	56
5.3.1 Cinética de secagem	56
5.3.2 Atividade de água	60
5.3.3 Umidade	63
5.3.4 Carotenóides	66
5.3.5 Diferença de cor	70
5.3.6 Textura	73
5.4 Conclusão	77
5.5 Referências bibliográficas	78
6. Artigo 2 – Percepção do provável consumidor de rolinhos de ciriguela e suas propriedades físicas, físico-químicas e químicas	81
Resumo	81
Abstract	82
6.1 Introdução	83
6.2 Metodologia	85
a. Aprovação do Comitê de Ética	87
b. Pesquisa de mercado	88
c. Análise sensorial	88
d. Análise microbiológica	89
e. Análise físicas e físico-químicas	89
f. Composição centesimal	90
g. Análise estatística	90
6.3 Resultados e discussão	90
6.3.1 Pesquisa de consumo	90

6.3.2 Análises Microbiológicas	93
6.3.3 Análise sensorial	94
6.3.4 Análises físico-químicas	98
6.3.5 Composição centesimal	100
6.4 Conclusão	101
6.5 Referências bibliográficas	102
7. Considerações finais	106
Apêndice	107
Anexos	111

RESUMO

A ciriguela possui excelente sabor, aroma, boa aparência e qualidade nutritiva, sendo bastante consumida na forma *in natura*, com potencial para sua utilização na forma processada como polpa congelada, sucos, néctares e sorvetes. Este trabalho objetivou estabelecer o procedimento para a produção de rolinhos de ciriguela de três genótipos do Banco Ativo de Germoplasma do Instituto de Pesquisa Agropecuária de Pernambuco; verificar o efeito dos tratamentos sobre as propriedades físico-químicas, realizar pesquisa de consumo em relação a produtos desidratados de fruta, avaliar a aceitação e intenção de compra de rolinhos de ciriguela e caracterizar as propriedades físico-químicas e químicas do rolinho mais aceito. Planejamento fatorial 2^2 foi utilizado, tendo como variáveis dependentes concentração do xarope de glicose e sacarose, como variável independente atividade de água, umidade, teor de carotenóides, diferença de cor e textura. Através da cinética de secagem determinou-se seis horas como tempo necessário para se obter umidade abaixo de 20%. O xarope de glicose demonstrou maior influência, quanto maior sua concentração maior foi a atividade de água, menor a umidade, como também o teor de carotenóides, diferença de cor e textura. O público pesquisado apresentou um nível de educação acima do nível médio completo, com faixa etária de 23 a 49 anos e renda de 2 a 5 salários mínimos, 96% dos entrevistados afirmaram conhecer frutas desidratadas, 65% as consumiam por considerarem alimento saudável, gostoso, prático e nutritivo. Nenhum dos entrevistados conhecia o rolinho de fruta, porém 80% destes afirmaram que consumiriam este produto. A formulação F3 (30% de xarope de glicose + 5% de sacarose) apresentou as maiores médias no teste de aceitação e intenção de compra. Este rolinho teve 62,4mg/100g de ácido ascórbico e alto valor calórico, sendo um produto saudável e energético. Sendo assim uma excelente oportunidade para os pequenos produtores, pois há um aumento da renda e melhoria da qualidade de vida.

Palavras-chave: desidratação; intenção de compra; planejamento experimental; pesquisa de mercado; *Spondias purpurea*; textura; umidade intermediária.

ABSTRACT

The red mombin fruit has excellent flavor, aroma, good appearance and nutritional quality, being widely consumed as a fresh fruit, with potential for use in processed form such as frozen pulp, juices, nectars and ice cream products. This work was carried out aiming to establish a procedure for the production of red mombin fruit leather of three genotypes coming from germplasm's collection administered by IPA (Instituto Agrônômico de Pernambuco), to determine the effect of treatments on the physicochemical properties, to realize market research for dehydrated products fruit, to evaluate acceptance and intent to buy the red mombin leather and to characterize the physicochemical and chemical properties of the leather more accepted. 2^2 factorial design was used, the dependent variables were the concentration of glucose syrup and sucrose, as an independent variable were water activity, moisture, carotenoids content, color and texture difference. Through drying kinetics was noted that six hours drying as time required for humidity below 20%. The glucose syrup showed a greater influence, the higher the concentration, the higher the water activity, the lower the moisture either content of carotenoids, the difference in color and texture. The group studied showed a level of education above the high school completed, aged 23 to 49 years and income from 2 to 5 minimum wages, 96% interviewed said they knew dehydrated fruits, 65% consumed consider healthy food, tasty, convenient and nutritious product. None of those interviewed knew the red mombin fruit leather, but 80% of these said they consume this product. The test 3 (30% glucose syrup + 5% sucrose) had the highest average of acceptance and intent to buy. The red mombin fruit leather presented 62,4mg/100g ascorbic acid and higher caloric value, making it a healthy product and energy. So an excellent opportunity for small producers, because there is an increased income and improved quality of life.

Keywords: dehydration; intent to buy; experimental design; market research; *Spondias purpurea*; texture; intermediate moisture.

1. INTRODUÇÃO

Os novos hábitos alimentares bem como o novo estilo de vida expõem o homem a uma gama de fatores de risco para as doenças crônicas não transmissíveis (D.C.N.T.) (VOLP; RENHE; STRINGUETA, 2009). Dentre esses fatores de risco estão o consumo de dietas desequilibradas (a exemplo das dietas ricas em gorduras saturadas, gorduras *trans* e açúcares simples, alimentos refinados pobres em carboidratos complexos e fibras), stress e sedentarismo, que ainda podem agravar-se quando associado ao tabagismo, alcoolismo e uso de contraceptivos. Tudo isso leva a uma mudança no perfil epidemiológico dos países, onde se observa número crescente de doenças como obesidade, diabetes, hipertensão, doenças cardiovasculares, osteoporose e vários tipos de cânceres.

Devido a esses fatores, medidas como políticas públicas e mais estudos que comprovem estes fatos são importantes para que haja mudança no padrão alimentar e estilo de vida da população brasileira. O consumo de frutas e hortaliças deve ser valorizado pelos benefícios à saúde e pela contribuição para a melhoria da qualidade de vida. E é neste contexto que já se observa uma parte da população que vem crescendo com esta preocupação. O aumento na demanda por produtos nutritivos, prontos para o consumo e adequados às necessidades dos consumidores, principalmente pela crescente preocupação em adquirir alimentos de qualidade e preparo rápido vem sendo registrado. Estes fatores incentivam o desenvolvimento de alimentos prontos ou semiprontos, com melhores características nutricionais, que atendam a demanda de uma vida moderna (MAIA et al., 2000; HASLER, 2000).

Para conseguir e manter uma boa saúde é necessário ingerir vários tipos de alimentos, contendo compostos ou substâncias nutrientes e não-nutrientes, cada qual seguindo diversas rotas metabólicas e desempenhando distintos efeitos biológicos e fisiológicos protetores à saúde humana (VOLP; RENHE; STRINGUETA, 2009).

As frutas e hortaliças exercem um papel fundamental na nutrição humana, constituindo fontes indispensáveis de nutrientes como, vitaminas, minerais e fibras. Por apresentarem um alto conteúdo de umidade (cerca de 80%) são altamente perecíveis e por isso, devem ser mantidas em refrigeração ou processadas o mais rapidamente possível após a colheita, a fim de diminuir as perdas. Em alguns países

de clima tropical e subtropical, estas podem chegar a aproximadamente 40-50% da produção devido à inadequada refrigeração, transporte e armazenamento. O principal objetivo do processamento de alimentos é convertê-los em produtos mais estáveis que possam ser estocados por longos períodos (JAYARAMAN; DAS GUPTA, 1992).

O Brasil é um dos três maiores produtores de frutas do mundo, ficando atrás apenas da China e da Índia. Suas regiões Norte e Nordeste, devido às condições climáticas, apresentam ampla diversidade de espécies frutíferas tropicais nativas e exóticas, com boas probabilidades para uso agroindustrial. Dentre essa grande diversidade, estão as *Spondias*, que constituem uma grande variedade de frutos de sabor e aroma exóticos. Englobam cerca de 20 espécies das quais as mais difundidas são a *Spondia monbim* L. (cajá), *Spondia tuberosa* (umbu) e a *Spondia purpurea* (ciriguela). A ciriguela é um fruto nativo das florestas tropicais secas do México e da América Central, que tem um excelente desenvolvimento no nordeste brasileiro. Como o Brasil apresenta uma vasta diversidade frutífera há também um valor de perdas bastante significativo, fazendo-se necessária a busca de processos que confirmem a essas frutas um maior tempo de vida útil (LEON; SHAW, 1990; DONADIO; NACHTIGAL; SACRAMENTO, 1998; LIRA JÚNIOR et al., 2010).

A conservação de frutas vem ganhando um destaque especial nas últimas décadas principalmente utilizando o processo convencional de desidratação. Esta é uma técnica muito utilizada na conservação de alimentos e retoma tempos antigos, quando não havia como prolongar a safra dos alimentos sazonais.

A remoção de água de um alimento é um método de preservação que reduz significativamente a deterioração microbiológica e as taxas de reações de degradação. Além da preservação, a desidratação reduz o peso e o volume do produto, aumentando a eficiência do transporte e armazenamento. Também pode fornecer produtos de sabor diferenciado do fruto *in natura* (BARBOSA-CÁNOVAS; VEGA-MERCADO, 2000; FELLOWS, 2006).

Assim, o mercado de produtos naturais tem crescido cada dia mais, e o meio científico vem pesquisando novos produtos alimentícios, que tenham uma boa estabilidade, sejam práticos e com características sensoriais mais próximas da fruta *in natura*. A desidratação é um processo bastante simples, que consiste na eliminação da água de um produto por evaporação, com transferência de calor e massa. Dentre suas vantagens, os produtos não necessitam de refrigeração durante

o armazenamento e transporte, e a redução de tamanho trás uma economia na embalagem, armazenamento e transporte (FELLOWS, 2006; GAVA, 2008). Agrega valor ao produto, aumentando a renda do produtor, principalmente por ele poder aproveitar parte de sua produção para um novo produto, diversificando a sua oferta.

Dentre os produtos desidratados, uma opção é o rolinho ou courinho de frutas, que é um produto com grande concentração de polpa de fruta adicionada ou não de açúcares e/ou outros ingredientes, submetida à desidratação e apresentando uma aparência coreácia. Este produto é bastante consumido em países como a Turquia (MASKAN, KAYA; MASKAN, 2002); Índia (GUJRAL; KHANNA, 2002), países da Europa e Estados Unidos (HUANG; HSIEH, 2005), Tailândia (VATTHANAKUL et al., 2009) e África (OKILYA; MUKISA; KAAYA, 2010).

Desta forma, ressalta-se a importância de estudos que propiciem um maior aproveitamento de frutos em período de entressafra, assim como uma nova disponibilidade de produtos aproveitando o excedente, aumentando seu tempo de vida útil e propiciando maiores rendimentos aos produtores.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

- ❖ Otimizar o processo de produção de rolinhos de Ciriguela.

2.2 ESPECÍFICOS

- ❖ Estabelecer o tempo de secagem;
- ❖ Verificar o efeito dos tratamentos sobre as propriedades físicas e químicas dos produtos em estudo;
- ❖ Averiguar o conhecimento do consumidor a cerca de produtos de fruta desidratados;
- ❖ Avaliar a aceitação e intenção de compra de rolinhos de ciriguela;
- ❖ Determinar as características físico-químicas, químicas e microbiológicas do rolinho.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Cirigueleira (*Spondias purpurea* L.)

A cirigueleira é uma fruteira tropical pertencente à família Anacardiaceae. Durante o século XIX a cirigueleira representou uma das mais importantes culturas de frutas. Sua região de origem é provavelmente o México e a América Central, amplamente cultivada em pomares domésticos de todas as regiões tropicais do Brasil, tendo grande facilidade de cultivo no Norte e Nordeste, principalmente no sul do Ceará, Estado de maior produção do fruto. É uma árvoreta caducifólia que raramente excede a 7,0 metros, as flores são discretas, unissexuadas e andróginas na mesma planta e formam frutos isolados ou em cachos. A safra no Nordeste brasileiro ocorre entre os meses de dezembro a março (LORENZI et al., 2006; JANICK; PAULL, 2006; LIRA JÚNIOR et al., 2010).

Do gênero *Spondias*, a ciriguela, conhecida também por diversos nomes como: purple mombin, spanish plum, entre outros, é uma das espécies mais saborosas deste gênero. No Brasil, é conhecida como ciriguela, podendo ser escrita de três outras formas: ciruel, siriguela e seriguela (FRUTAL, 2009). Fruto exótico, de película fina, verde quando imaturo, amarelo ou vermelho quando maduro, a Ciriguela tem polpa amarelada e caroço relativamente grande e esponjoso, com polpa doce-acidulada e aroma bastante agradável (LORENZI et al., 2006). É uma drupa elipsoidal de 3 a 5 cm de comprimento, 15 a 20 g, lisa e brilhante, com o epicarpo firme (LIRA JÚNIOR et al., 2010; MARTINS; MELO, 2006; LEON; SHAW, 1990). 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 (LIRA JÚNIOR et al., 2010).

Há algum tempo, a fruta pode ser facilmente encontrada nos mercados locais e em feiras livres no período de safra (JANICK; PAULL, 2006). O fruto da cirigueleira tem uma boa densidade calórica devido à alta concentração de carboidratos totais (18,9%), frutose, glicose e sacarose, juntos correspondem por 65% do total de sólidos solúveis. Apresenta-se com uma fonte moderada de fósforo e amido, e uma boa fonte de vitamina C, destaca-se também o teor de potássio bastante elevado, chegando a valores bem próximos dos encontrados para a banana que é uma fruta reconhecidamente rica nesse mineral (Tabela 1).

Tabela 1. Composição química, de minerais e vitamina C da Ciriguela.

Componentes	Quantidades (g/100g)
Água	78,7
Proteína (g)	14
Lipídeos (g)	0,4
Carboidrato (g)	18,9
Fibras (g)	3,9
Cinzas (g)	0,7
Cálcio (mg)	27
Magnésio (mg)	18
Manganês (mg)	0,06
Fósforo (mg)	49
Ferro (mg)	0,4
Sódio (mg)	2
Potássio (mg)	248
Vitamina C (mg)	27

Fonte: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - TACO, (2006).

O potássio é um mineral muito importante no organismo humano exercendo distintas funções em vários sistemas e órgãos, sendo as principais: intervir na regulação osmótica e equilíbrio hídrico do organismo, interferir na síntese protéica, sendo necessário para o armazenamento de proteína muscular, atuar na transmissão nervosa, na tonicidade muscular, na função renal e na contração da musculatura cardíaca entre outras. É recomendada a ingestão de 200mg/dia de potássio para adolescentes e adultos (FRANCO, 2002; JANICK; PAULL, 2006; TACO, 2006).

Os frutos da ciriguela quando maduros devido a sua grande aceitação para o consumo *in natura* são consumidos principalmente frescos, em decorrência de suas qualidades organolépticas, no estágio final de maturação. Tornando-se mais palatável devido ao desenvolvimento de sabores e odores específicos, apresenta-se como uma alternativa na industrialização. A polpa pode ser transformada em geléia, suco, vinho, licor e sorvetes, podem também ser consumidos ainda verdes e acompanhados com sal como aperitivo. No México, a fruta madura, por vezes é cozida em água com ou sem sal, secos e em seguida são consumidos. Na Flórida,

fatias de frutas maduras secas têm sido ocasionalmente comercializadas. Por ser um fruto climatérico quando maduro deteriora-se facilmente, ocorrendo grande perda desta fruta durante o período de safra, recomendando-se o seu consumo logo após a colheita (LÓPEZ et al., 2004; JANICK; PAULL, 2006).

Abordando os aspectos produtivos, pode-se afirmar que a produção de ciriguela ocorre em regime de subsistência, ou seja, voltada principalmente ao consumo familiar, no período que se estende entre os meses de dezembro a março. Dadas tais distinções, a produção e a comercialização deste fruto apresenta-se como importante alternativa econômico-social na geração de emprego e renda. Além disso, deve-se destacar a sustentabilidade ambiental de sua produção, já que não requer o desmatamento ou outras formas que venham a promover a degradação ambiental (FRUTAL, 2009).

Devido a grande capacidade de produção da cirigueleira e por seus frutos apresentarem uma característica fisiológica climatérica, a busca constante de técnicas para minimizar o desperdício de sua produtividade empregando-se métodos de conservação e processamento de alimentos tem sido amplamente buscadas, visando prolongar a vida útil do fruto, ampliando a disponibilidade dos nutrientes na incorporação de uma dieta alimentar mais saudável e conseqüentemente diversificando as formas de consumo destes frutos.

3.2 Banco de Germoplasma de Cirigueleira do Instituto de Agronomia de Pernambuco (IPA)

Material ou recursos genéticos e germoplasma são a estrutura física vegetal, animal ou de microrganismos, dotada de caracteres hereditários, capaz de gerar um novo indivíduo, transmitindo suas características de geração em geração. Como exemplo de Germoplasma nos organismos vegetais, tem-se sementes, mudas, estacas ou outra parte que possa transmitir suas características hereditárias. A variedade biológica é quantitativa e propaga o número de espécies existentes em uma região e a variabilidade genética é qualitativa e expressa a variação existente dentro de uma espécie (RIBEIRO, 1995).

Bancos de Germoplasma são unidades conservadoras de material genético de uso imediato ou com potencial de uso futuro, onde não ocorre o descarte de

acessos, o que os diferencia das Coleções de trabalho, que são aquelas onde se elimina o que não interessa ao melhoramento genético (VEIGA, 2010).

O banco de germoplasma de ciriguleira do IPA (Instituto Agrônomo de Pernambuco) foi instalado em agosto de 1989. Atualmente está formado por 11 acessos, sendo cada acesso representado por 3 plantas. As mudas foram obtidas por meio de propagação assexuada (estaquia) e plantadas no espaçamento 7 x 7 m. O campo ocupa uma área de 1.617 m². Todo material de propagação foi coletado em plantas selecionadas a partir de prospecções genéticas nas áreas de ocorrência no estado de Pernambuco.

Desde sua fundação em 1935, o IPA vem realizando pesquisa com fruteiras, trazendo diversos resultados de cultivo fora de época, melhoria de frutos para industrialização, maior produtividade e outros, com isso acarretando melhores condições de vida para sociedade pernambucana mediante o aproveitamento equilibrado e racional das potencialidades naturais do estado.

3.3 Desidratação

Segundo Barbosa-Cánovas; Vega-Mercado (2000), não se sabe quando começou a conservação de alimentos por desidratação, mas a história mostra-nos que os nossos antepassados aprenderam a secar o alimento por tentativa e erro. A secagem é provavelmente o mais antigo método de conservação de alimentos. Por muitos séculos, foi a única forma de se prolongar a vida de prateleira de frutas e vegetais, juntamente à salga de produtos de carne e peixe. De maneira geral, o processo de secagem é uma operação na qual o calor é fornecido a um dado material que contém água, a fim de se vaporizar certo conteúdo de água deste material, obtendo-se um produto sólido seco. Trata-se de um processo com transporte simultâneo de calor e massa, acompanhado de mudança de fase (BARBOSA-CÁNOVAS; VEGA-MERCADO, 2000; LEWICKI; JAKUBCZYK, 2004).

O processo de secagem pode ser também definido como sendo uma operação unitária através da qual ocorre a remoção de água, ou qualquer outro líquido, de um material sólido, na forma de vapor, para uma fase gasosa insaturada, mediante um mecanismo de vaporização térmica, em uma temperatura inferior à temperatura de ebulição do líquido o qual se deseja evaporar (FELLOWS, 2006; GAVA, 2008).

A desidratação de alimentos não afeta apenas o conteúdo de água do alimento, mas também outras características físicas e químicas. Entre as alterações sofridas pelos produtos alimentícios durante a desidrataação podem-se mencionar as modificações de sua estrutura física, as quais afetam a textura, a capacidade de reidratação e aparência (cor, encolhimento), perda de compostos voláteis, além da ocorrência de reações químicas indesejáveis, como a desnaturação de proteínas, a oxidação de lipídeos, escurecimentos por reações enzimáticas e não enzimáticas, com uma posterior perda do valor nutricional do produto. Essas alterações que ocorrem no produto desidratado são importantes causas da perda de qualidade (BARBOSA-CÁNOVAS; VEGA-MERCADO, 2000; GABAS, 2002; ÓRDOÑEZ et al., 2005; FELLOWS, 2006).

O objetivo maior da secagem é a redução da atividade de água do alimento a qual está intimamente relacionada ao grau de estabilidade do mesmo, do ponto de vista físico, químico, enzimático e microbiológico. Além do mais, é a significativa redução em volume e peso, o que promove uma maior facilidade na embalagem, transporte e armazenamento do produto desidratado. A desidrataação de alimentos desenvolvida dentro de um ambiente científico tornou possível a criação de um setor em todo o mundo, capaz de fornecer o alimento, não só necessário, mas também nutritivo (BARBOSA-CÁNOVAS; VEGA-MERCADO, 2000).

3.3.1 Atividade de água (Aa)

Segundo Damodaran; Parkin; Fennema (2010), quando se analisa a composição de diversos alimentos, a água é encontrada como o componente fundamental, sendo o agente controlador da deterioração dos mesmos. Entretanto, diversos alimentos com o mesmo teor de água diferem significativamente em perecibilidade. Isto é atribuído ao fato de moléculas de água estarem associadas aos substratos: água fortemente ligada aos constituintes sólidos do alimento não está disponível para o crescimento de microrganismos e reações químicas. Ela é o principal solvente em que ocorrem as reações metabólicas do organismo humano.

O conteúdo de água em si não é um indicador confiável de perecibilidade, este fato é atribuído, em parte, às diferenças da intensidade com a qual a água está associada a constituintes não aquosos. A água fortemente associada é menos

capaz de dar suporte a atividades de degradação, como crescimento de microrganismos e reações químicas hidrolíticas, do que a água que é pouco ligada (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Dentro do alimento, a água pode ser encontrada em duas formas: água fracamente ligada ao substrato, que funciona como solvente, permitindo o crescimento dos microrganismos e reações químicas, sendo eliminada com certa facilidade, e água combinada, fortemente ligada ao substrato, mais difícil de ser eliminada, e que não é utilizada como solvente, não permitindo o desenvolvimento microbiano e retardando as reações químicas (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

O conceito de Atividade de água (Aa) é muito valorizado em estudos sobre alterações dos alimentos, por estar diretamente relacionado com o crescimento e a atividade metabólica dos microrganismos e com as reações hidrolíticas (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A quantidade de água presente em um alimento pode se encontrar na forma de água ligada e não-ligada. A relação entre o teor de água não-ligada ou disponível é denominada de atividade de água. Esse teor é designado como Aa ou a_w e é definido em termos de equilíbrio termodinâmico. É um número adimensional, resultado da pressão de vapor de água do produto pela pressão de vapor da água pura, à mesma temperatura. Varia numericamente de 0 a 1 e é proporcional à umidade relativa de equilíbrio (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

O termo Aa indica a intensidade das forças que unem a água com outros componentes não aquosos (ORDÓÑEZ et al., 2005). Esta é uma das propriedades mais importantes para o processamento, conservação e armazenamento de alimentos. Ela quantifica o grau de ligação da água contida no produto e, conseqüentemente, sua disponibilidade para agir como solvente e participar das transformações químicas, bioquímicas e microbiológicas, como apresentado na Figura 1 (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

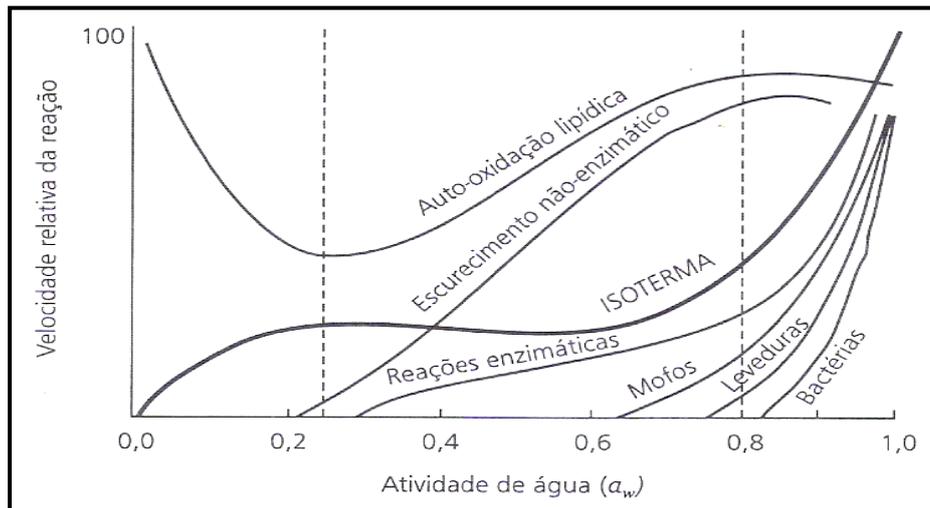


Figura 1. Relação entre a a_w , o crescimento microbiano e a velocidade de diversas reações. Fonte: Ordóñez et al., 2005.

De acordo com Ordóñez et al. (2005) os alimentos são classificados em cinco faixas de atividade de água; acima de 0,98 os alimentos frescos, como carne, pescados, frutas, hortaliças, leite, etc. com atividade de água entre 0,98 e 0,93; leite concentrado, queijos frescos, carnes curadas, pão e frutas em calda. Entre 0,93 e 0,85 encontram-se os embutidos maturados, leite condensado, queijos muito maturados, etc. Os alimentos de umidade intermediária, como cereais, farinhas, doces em massa, bacalhau, nozes e etc, encontram-se na faixa de atividade de água de 0,85 a 0,60 e por fim os alimentos com atividade de água inferior a 0,60 incluem chocolates em pó, leite em pó, mel, batata frita, produtos liofilizados dentre outros. Os alimentos desta última faixa são microbiologicamente estáveis, pois essa atividade de água é considerada limitante para o desenvolvimento de microrganismos.

Para desenvolver rolos ou estruturados de frutas, a secagem oferece um método conveniente para promover frutas consideradas fora do padrão de consumo para o mercado de frutas frescas. A perda pós-colheita é extraordinariamente alta, o que enfatiza a necessidade de desenvolver processos que minimizem essas perdas. As frutas desenvolvidas nas regiões tropicais apresentam problemas especiais na manipulação pós-colheita. A umidade e as temperaturas elevadas, comumente encontradas nas regiões tropicais agravam a deterioração da fruta colhida por bolores. O transporte de frutas a baixas temperaturas não é frequentemente possível, e mesmo que fossem muitas frutas tropicais não suportariam temperaturas baixas. Muitas das perdas pós-colheita podem ser solucionadas com a redução da atividade de água (SANTOS, 2003; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Com isso a desidratação vem como uma alternativa de conservação e processamento bastante eficaz na redução da atividade de água de diversos alimentos, principalmente em frutas e hortaliças.

3.3.2 Rolinhos de frutas

Dentre os diversos produtos desidratados, uma opção bastante interessante é o couro, barra ou rolinho de frutas que é um produto obtido da desidratação ou concentração do purê da fruta, podendo ou não ser adicionado de açúcar e/ou alguns aditivos. É obtido através de secagem de uma fina camada do purê da fruta, ficando este com uma textura similar a um couro macio (VIJAYANAND et al., 2000). A produção de frutas couro, como é conhecida, é um dos métodos mais antigos utilizado para aumentar a vida útil dos frutos, principalmente em países da África (OKILYA; MUKISA; KAAYA, 2010), Estados Unidos (HUANG; HSIEH, 2005), Índia (VIJAYANAND et al., 2000), Brasil (AZEREDO et al., 2006), Turquia (MASKAN; KAYA; MASKAN, 2002), Sri Lanka (EKANAYAKE; BANDARA, 2002), Tailândia (VATTHANAKUL et al., 2009), Malásia (CHE MAN; SIN, 1997), entre outros.

Couros de frutas são principalmente consumidos como snacks (lanches) ou como ingredientes em produtos de confeitaria, biscoitos e cereais matinais (IRWANDI et al., 1998). De acordo com Azeredo et al. (2006), o controle da temperatura de secagem é muito importante, porque quando elevada pode causar endurecimento, dificultando a saída de água. Além disso, é também importante o controle da quantidade de purê de frutas. Uma camada muito fina pode tornar o produto quebradiço e difícil de ser retirado da superfície. Em contraste, uma camada espessa resultará em uma taxa de secagem muito baixa, necessitando de maior tempo de secagem.

Esse produto é freqüentemente alvo do mercado de alimentos saudáveis, por ser um produto natural, prático e nutritivo. Apesar de ser um produto bem estabelecido internacionalmente, poucos estudos têm sido publicados (VATTHANAKUL et al., 2009) no Brasil.

Diversos estudos utilizam não apenas o purê de fruta mais o associam há outros ingredientes e aditivos com o intuito de melhorar o sabor, a cor e a textura dos rolinhos. Gujral; Khanna (2002) estudaram o efeito da adição de proteína de soja concentrada, do leite em pó desnatado e da sacarose em diferentes níveis

sobre a taxa de desidratação, cor, textura e propriedades sensoriais do couro de manga. Maskan; Kaya; Maskan (2002) estudaram a cinética da mudança de cor em couros de uva durante a secagem, que foi adicionado 4g de amido para 100 mL de suco de uva. Vatthanakul et al. (2009) utilizaram para a formulação de couros de kiwi, pectina e xarope de glicose em três concentrações e sacarose, sal e ácido cítrico. Huang; Hsieh (2005) para courinhos de pêra utilizaram além do suco, concentrado, três proporções de xarope de milho e pectina. Para o couro de jaca Che Man; Sin (1997) utilizaram xarope de glicose, sacarose, metabissulfito de sódio e ácido sórbico em sua formulação.

Couro de goiaba foi preparado a partir da polpa da fruta extraída por tratamento térmico e adição de açúcar e ácido cítrico e foi seco em estufa a 60 ± 2 °C por Sagar e Kumar, (2007). Estes autores observaram que a umidade relativa ótima para armazenar este produto era de 60%. O produto foi armazenado em sacos de polietileno de 200g entre 17 a 34 °C por 9 meses (SAGAR; KUMAR, 2007).

A utilização de diferentes frutas é motivo de pesquisa para vários autores na produção de couros, como jaca (CHE MAN; SIN, 1997), goiaba (VIJAYANAND et al., 2000), uva (MASKAN; KAYA; MASKAN, 2002; KAYA; MASKAN, 2003; KAYA; KAHYAOGU, 2005), manga (GUJRAL; KHANNA, 2002; AZEREDO et al., 2006), pêra (HUANG; HSIEH, 2005), morango (TORLEY et al., 2008), kiwi (VATTHANAKUL et al., 2009), longan (JATURONGLUMLERT; KIATSIRIROAT, 2010).

Este produto além de conservar a polpa de frutos fora da época, apresenta uma nova alternativa para o produtor que além de não perder o excedente da safra ainda terá um produto com valor agregado, aumentando assim a sua renda e mantendo o no campo, com melhor qualidade de vida.

Devido a redução da atividade de água abaixo de 0,60, os couros de fruta têm uma estabilidade muito boa. Vijayanand et al. (2000) produziram couros de goiaba com sacarose e metabissulfito de sódio e estenderam a vida de prateleira para três meses. Azeredo et al. (2006) estudando couros de manga observaram uma vida de prateleira estável por pelo menos 6 meses. Che Man; Sin (1997) determinaram 3 meses de estabilidade para couro de jaca. Sagar; Kumar (2007) ao estudarem couros de goiaba observaram que o tempo de vida de prateleira foi de no máximo 9 meses, armazenados em sacos de polietileno de 200 g à 17-34 ° C. Em todos estes estudos citados, uma boa aceitação dos couros de fruta foi relatada.

A todos os fatores viabilizadores e propulsores do consumo de frutas frescas, acrescentam-se à possibilidade de consumo durante todo o ano e a praticidade de uso, quando se trata de frutas conservadas por processo como o de desidratação, com a redução da perecibilidade e do volume a ser transportado.

3.4 Carboidratos

Os carboidratos da dieta são um grupo diverso de substâncias com uma gama de propriedades físicas, químicas e fisiológicas (CUMMINGS; STEPHEN, 2007) e constituem mais de 90% da matéria seca das plantas. Logo, são abundantes, amplamente disponíveis e de baixo custo. Eles são ingredientes freqüentes nos alimentos, sendo encontrados em diversos produtos, e consumidos em grande quantidade (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

De acordo com Cummings; Stephen (2007) os carboidratos são divididos em três grupos principais, açúcares, oligossacarídeos e polissacarídeos. Os açúcares compreendem os monossacarídeos, dissacarídeos e polióis (álcoois de açúcar).

O termo açúcares é convenientemente usado para descrever os mono e dissacarídeos em alimentos. Os três principais monossacarídeos são glicose, frutose e galactose, dentre esses a glicose é a mais abundante, também conhecida como açúcar de amido, xarope de milho ou dextrose, obtido pela hidrólise do amido. A frutose é comumente utilizada em alimentos sob forma de xarope de alta frutose, sendo obtido pela hidrólise do amido até glicose, seguida de isomerização pela enzima glicose-isomerase, sendo seu principal uso na indústria de refrigerantes (OETTERER; REGINATO-D'ARCE; SPOTO, 2006). Os dissacarídeos são a maltose, lactose, a sacarose e a trealose, sendo o mais disponível e conhecido deles, a sacarose (CUMMINGS; STEPHEN, 2007). A união de duas glicoses forma a maltose que pode ser usada na indústria de bebidas, panificação e confeitaria. Os açúcares são utilizados como adoçante para melhorar o sabor de muitos alimentos e bebidas, e são também utilizados para preservação de alimentos, em compotas e geléias, por exemplo. Açúcares conferem características funcionais aos alimentos, como a viscosidade, textura e a capacidade de escurecimento não enzimático, através da caramelização e da reação de maillard (OETTERER, REGINATO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

3.4.1 Glicose

A D-glicose é um dos carboidratos mais abundantes e, apesar de ser uma das unidades da sacarose, tem o amido como sua principal fonte de produção. É um açúcar redutor e em solução aquosa apresenta quatro estruturas cíclicas, furanosídicas e piranosídicas cada uma com dois estereoisômeros α e β (epímeros) gerados no carbono hemiacetálico, também conhecido como carbono anomérico. A forma β -D-glicopiranosose é a mais abundante em solução (FERREIRA; ROCHA; SILVA, 2009).

O xarope de glicose obtido a partir da hidrólise do amido de milho é usado em grande parte pela indústria alimentícia em muitos países (QUEIROZ et al., 2008; CUMMINGS; STEPHEN, 2007). Apresenta características funcionais destacando-se maior poder edulcorante em relação à sacarose, a perfeita solubilidade, a boa higroscopicidade, propriedade anticristalizante, por aumentar a solubilidade da sacarose. Além disso, a glicose por possuir peso molecular menor do que a sacarose exerce menor pressão osmótica, penetrando mais facilmente nos tecidos da fruta, inibindo o ataque microbiano e os processos fermentativos, reduzindo a atividade de água dos produtos, prolongando a vida-de-prateleira e conferindo boas propriedades de textura e brilho (GALLI et al., 1996; JEFFERY, 1993).

3.4.2 Sacarose

É um dissacarídeo não redutor constituído de dois monossacarídeos, D-glicose e D-frutose, que estão ligados entre si através dos seus carbonos anoméricos. A sacarose, uma substância conhecida desde o ano 200 a.C. é o carboidrato de alta massa molecular mais abundante. É produzido em larga escala por diversos países, principalmente para usos alimentares, pois é um alimento natural e amplamente utilizado como ingrediente. É conhecido genericamente com o nome de açúcar e está distribuído em todo o reino vegetal, sendo o principal carboidrato de reserva de energia (FERREIRA; ROCHA; SILVA, 2009).

É a substância orgânica cristalina de maior produção mundial tendo duas principais fontes: beterraba açucareira (*Beta vulgaris*) e a cana-de-açúcar (*Sacharum officinarum*), esta última cultivada em 103 países que totalizam 60-70%

da sua produção (FERREIRA; ROCHA; SILVA, 2009; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A sacarose é o açúcar mais utilizado na formulação de xaropes (CRUESS, 1973; LERICI et al., 1985), mas o produto obtido exclusivamente com este dissacarídeo pode ficar seco, duro e granuloso, devido ao seu limite de solubilidade, em torno de 67% (GALLI et al., 1996). Em associação à sacarose, pode ser utilizado açúcar invertido, glicose, frutose, maltose e seus xaropes (CRUESS, 1973; CHEFTEL; CHEFTEL, 1989), proporcionando uma melhor textura ao produto.

Apesar de o açúcar ter pouco valor nutricional, é encontrado em quase todos os alimentos processados. Este compõe 20% das calorias consumidas por norte americanos, que consomem cerca de 400 a 500 gramas, em média, a cada 2,5 dias (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Vatthanakul et al. (2009) utilizaram para a formulação de couros de kiwi, pectina e xarope de glicose em três concentrações, associado a quantidades fixas de sacarose, sal e ácido cítrico. Os consumidores que participaram desta pesquisa expressam sua opção por couros de frutas mais aromáticos, mais doces e com textura mais macia, o que resultou na melhor formulação consistindo de 15g de xarope de glicose e 2g de pectina para 100g de polpa. Che Man; Sin (1997) utilizaram xarope de glicose, sacarose, metabissulfito de sódio e ácido sórbico em sua formulação para o couro de jaca e obtiveram uma boa aceitação. A combinação desses dois carboidratos teve o intuito de reduzir a cristalização e proporcionar uma textura mais próxima de um couro macio e brilhante.

3.5 Carotenóides

Os carotenóides estão entre os constituintes mais importantes da alimentação, são compostos notáveis por possuírem uma ampla distribuição na natureza, estruturas químicas diversas e funções variadas (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

Os carotenos formam um dos grupos de pigmentos responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha de grande número de frutas, folhas, algumas flores, aves, certos peixes, crustáceos e alguns microrganismos (BOBBIO; BOBBIO, 2001; SILVA; MERCADANTE, 2002). Sua estrutura química é composta por ligações

duplas conjugadas, que são responsáveis por sua cor e por algumas de suas funções biológicas (STAHL; SIES, 1999).

Ao mesmo tempo em que o sistema de ligações duplas conjugadas confere cor aos carotenóides, este também os torna muito susceptíveis à isomerização e oxidação. Resultando em alta sensibilidade destes pigmentos à luz, calor, oxigênio, ácido e em alguns casos ao álcali (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001).

Segundo Rodriguez-Amaya (2001), a estrutura básica dos carotenóides é um tetraterpeno com 40 átomos de carbono, formado por oito unidades isoprenóides de cinco carbonos, ligados de tal forma que a molécula é linear com simetria invertida no centro. A principal característica dos carotenóides é um sistema de ligações duplas conjugadas, que corresponde ao cromóforo, e que permite a estes compostos absorver luz na região do visível, como pode ser observado na estrutura do β -caroteno (Figura 2).

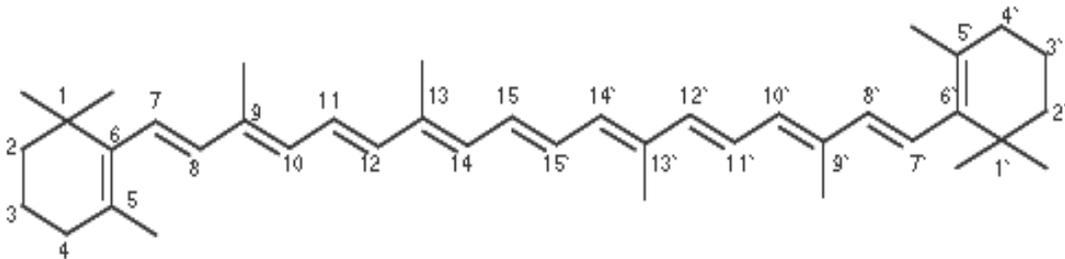


Figura 2. Estrutura do β -caroteno.

De 600 carotenóides, menos de 10% são precursores da vitamina A, ou seja, que são efetivamente convertidos em vitamina A na parede intestinal e no fígado do ser humano. Os principais carotenóides com atividade de provitamina A nos mamíferos são o alfa-caroteno, beta-criptoxantina e beta-caroteno, embora o gama-caroteno e outros 50 carotenóides também apresentem alguma atividade nutricional (DAMODARAN, PARK; FENNEMA, 2010). Os diversos efeitos dos carotenóides no organismo e sua possível ação na prevenção de doenças têm sido objeto de investigação em todo o mundo.

No Brasil, a deficiência de vitamina A é um grave problema de saúde, a maioria dos casos avançados ocorrem nos estados do Nordeste. A vitamina A pode ser encontrada em produtos animais, mas alguns vegetais e frutas são boas fontes de provitamina A o que é importante, especialmente nos países em desenvolvimento (ASSUNÇÃO; MERCADANTE, 2003).

Com sua vasta extensão de terra, especialmente áreas tropicais e subtropicais, onde o clima melhora a biossíntese de carotenóides, o Brasil tem uma notável variedade de fontes de carotenóides. A diversidade e elevados níveis de carotenóides nessas fontes torna o Brasil um dos países com os mais ricos recursos naturais deste pigmento (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008). Dentre os vegetais pode-se citar: abóbora, cenoura, manga, mamão, batata doce, pimentão amarelo, vegetais folhosos verdes escuros, buriti, dendê, tomate; cajá, ciriguela, entre outros (AMBRÓSIO; CAMPOS; FARO, 2006).

Os carotenóides têm sido relacionados a importantes funções e ações fisiológicas, podendo ser considerados promotores da saúde humana. A ingestão de frutas e hortaliças estão sendo associadas com a diminuição do risco de várias doenças carcinogênicas, inflamações, catarata, doenças cardiovasculares, degeneração macular entre outras (KRINSKY, 1994; OLSON, 1999; DAMODARAN, PARK; FENNEMA, 2010). Uma dieta equilibrada, rica em frutas e hortaliças, associada a hábitos saudáveis, como exercícios físicos, não fumar e não consumir álcool ajudam na prevenção dessas doenças degenerativas.

Aliada à tão desejada característica de conferir cor aos alimentos, esses pigmentos naturais possuem estas importantes vantagens, as quais podem ser relevantes, tanto para o consumidor como para a indústria. O consumidor poderá ter uma melhoria em muitas de suas funções biológicas, bem como a prevenção e até mesmo a cura para doenças específicas. E por sua vez, a indústria, poderá associar à sua marca produtos com todas estas vantagens, podendo inclusive agregar valor nutricional.

Pesquisas de desenvolvimento de produtos à base de frutas vêm mostrando a importância do valor nutricional nos produtos processados. HENG et al.(1990), em estudo sobre a desidratação osmótica de cubos de mamão, avaliaram a influência da temperatura e da concentração da solução infusora sobre o teor de carotenóides presentes no produto. Temperaturas de 50 e 70 °C e concentrações de 45 e 72 °Brix foram utilizadas. Os autores verificaram que no início do processo, com a perda de água sofrida pelo produto, houve uma concentração dos carotenóides nos espaços intracelulares da fruta, acarretando um aumento relativo no teor de carotenóides apresentado pela mesma. No entanto, para tempos mais longos de processo, uma parte dos carotenóides foi perdida, o que, segundo os autores, pôde ser comprovado pela coloração apresentada pela solução osmótica. As amostras desidratadas em

soluções a 45 °Brix apresentaram maior retenção de carotenóides, o que foi atribuído a um efeito protetor da sacarose sobre os mesmos, uma vez que estas amostras apresentaram maior incorporação de açúcar. Em relação à temperatura, esta foi considerada um fator crítico, uma vez que seu aumento acelerou a perda dos carotenóides.

Temperaturas altas e exposição ao oxigênio e luz são fatores bastante relevantes para a perda desse pigmento, sendo assim é importante a minimização desses efeitos nos produtos.

Assunção e Mercadante (2003) analisaram produtos industrializados de caju e observaram que a polpa e o suco concentrado mantiveram maiores níveis de carotenóides e ácido ascórbico em relação ao néctar e sucos prontos para beber, entretanto esses ainda mantinham valores elevados destes nutrientes.

3.6 Colorimetria

A cor é um dos mais importantes atributos de qualidade de um alimento, principalmente na indústria alimentícia, uma vez que pode ser utilizada como índice de transformações naturais dos alimentos frescos e exercer uma enorme influência em seu valor estético, servindo de base para a aceitação de uma grande variedade de produtos alimentícios por parte dos consumidores (KROKIDA; MAROULIS; SARAVACOS, 2001; ZANATTA, 2004; KUROZAWA, 2005).

A aparência do produto é a primeira impressão que o consumidor tem de um alimento. Se a cor não for aceitável, outros fatores de qualidade, como sabor e a textura não serão julgados (FRANCIS, 1995).

As cores estão intimamente ligadas a vários aspectos da vida do ser humano e são capazes de influenciar as decisões do dia-a-dia, principalmente, as que envolvem os alimentos. A aparência, segurança, características sensoriais e aceitabilidade dos alimentos são todas afetadas pela cor.

A cor dos alimentos deve-se à presença de pigmentos naturais ou sintéticos. Estes são instáveis, participam de diversas reações e, em função disto, a alteração de cor é um indicador de reações químicas e bioquímicas possíveis de ocorrerem no produto durante o processamento e estocagem (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004; TEIXEIRA NETO, 2001). A oxidação de pigmentos põe fim à vida de prateleira dos

produtos alimentícios. Em frutas e hortaliças, os pigmentos susceptíveis a mudanças são as clorofilas, antocianinas e carotenóides (TEIXEIRA NETO, 2001).

A cor pode ser definida como o impacto das ondas de luz no espectro visível entre 390 e 760 nm na retina humana. As células da retina enviam um sinal através do nervo óptico ao cérebro, que por sua vez, interpreta as respostas em termos do que chamamos de cor. As células da retina podem ser sensíveis ao preto e branco (varetas) ou a comprimentos de onda vermelho, verde e azul da luz (cones) (FRANCIS, 1995).

O sistema de cor CIE Lab é usado extensivamente para determinar a evolução da cor de alimentos. A luminosidade é representada por L^* (onde 0 representa preto e 100 representa branco), enquanto que a intensidade da cor é definida pelos parâmetros de croma a^* e b^* , onde a^* varia do vermelho (positivo) ao verde (negativo) e b^* do amarelo (positivo) ao azul (negativo). As alterações de cor em um produto alimentar, devido ao processo são comumente avaliadas através de mudanças nos parâmetros da escala (L , a^* e b^*) e/ou através da Diferença Total da Cor (HUTERLAB, 2008).

3.7 Textura

Quando o consumidor ingere um alimento, há vários aspectos envolvidos na satisfação que ele terá em relação ao produto. Ao lado de parâmetros como sabor e aroma, a textura dos alimentos é um dos fatores que mais afeta a preferência do consumidor (BRATFISCH, 2010). A importância da textura como atributo de qualidade proporciona o surgimento de pesquisas sobre técnicas de preservação com o mínimo grau de dano ao produto (ILKER; SCESNIAK, 1990; CHIRALT et al., 2001).

A textura pode ser definida como a manifestação sensorial da estrutura de um alimento (MEILGAARD, CIVILLE e CARR, 1991), sendo um importante atributo físico que junto à variedade dos alimentos dão satisfação ao consumidor (MONTEIRO, 1984). Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (1993), textura é definida como todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos.

A temperatura e a velocidade de secagem são fatores que influenciam muito na textura de alimentos desidratados. Em geral, secagem rápida e alta temperatura provocam maiores alterações na textura, do que taxas moderadas desses fatores, como uma camada impermeável dura na superfície do alimento, reduzindo a taxa de secagem no interior do produto (FELLOWS, 2006; OETTERER; REGINATO-d'ARCE; SPOTO, 2006).

A textura pode ser medida através de equipamentos (avaliação instrumental) que simulam mordidas, detectando a dureza, a elasticidade, a coesividade, adesividade entre outros, ou através de testes sensoriais, como o perfil de textura e a análise descritiva quantitativa (ADQ) dos alimentos. É importante conhecer a correlação entre a avaliação instrumental e a sensorial, para que se conheça uma estimativa da qualidade do produto.

3.8 Análise Sensorial

O homem possui habilidade para comparar, diferenciar e quantificar atributos sensoriais. A análise sensorial aproveita esta habilidade para avaliar alimentos e bebidas, empregando metodologia adequada aos objetivos do estudo, bem como o tratamento estatístico adequado (FERREIRA et al., 2000).

A análise sensorial é realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos. É importante para isto que haja contato e interação entre os indivíduos e os produtos. O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as sensações por efeitos psicológicos. As sensações produzidas podem dimensionar a intensidade, extensão, duração, qualidade, gosto ou desgosto em relação ao produto avaliado (IAL, 2008).

A introdução de aditivos em formulações, com o intuito de melhorar alguma propriedade, pode interferir negativamente em outras, principalmente no sabor e na cor, portanto, é necessário avaliar o produto em relação às características sensoriais e aceitação do consumidor. Nesse sentido, a análise sensorial é uma importante ferramenta analítica para a seleção da formulação mais adequada, controle da qualidade e outras atividades, tais como: avaliação do produto após alteração de

formulação, para a redução de custos, alteração de parâmetros de processo e formulação (STONE; SIDEL, 2004).

Foi recomendada por ABBOT (1999) que a combinação de características de um produto deve ser denominada qualidade e a percepção do consumidor e as respostas a estas características, designado aceitabilidade. O termo qualidade implica o grau de excelência de um produto ou a sua adequação para um determinado uso. A qualidade é uma construção humana compreendendo muitas propriedades ou características. Qualidade dos produtos abrange propriedades sensoriais (aparência, sabor, textura e aroma), valores nutritivos, produtos químicos constituintes, propriedades mecânicas, propriedades funcionais e defeitos.

Dentre os vários testes utilizados para avaliação sensorial da qualidade de alimentos, encontram-se os testes afetivos. Estes compreendem uma área de atuação necessária e muito útil no campo da análise sensorial.

Os testes afetivos são um importante instrumento, pois obtém diretamente a preferência ou aceitação do consumidor em relação a um produto. Esses testes não devem ser utilizados como pesquisa de mercado já que atinge um número reduzido de consumidores, eles podem ser usados para suprimir os produtos de baixa qualidade e direcionar a pesquisa, utilizando assim um quantitativo menor de amostras, barateando os custos (MINIM, 2006).

Os testes de aceitação são usados quando o objetivo é avaliar se os consumidores gostam ou desgostam do produto. Normalmente, são utilizados testes de escala hedônica, cujo princípio consiste da avaliação de quanto o provador gosta ou desgosta de amostras de forma globalizada ou em relação a um ou mais atributos específicos que se está analisando, as quais são oferecidas de maneira codificada (DA SILVA, 2000; MINIM, 2006; IAL, 2008).

Para o consumidor não importa um produto que possua excelentes características químicas, físicas ou microbiológicas, que seja considerado de excelente qualidade, se a característica sensorial desse produto não preencher as necessidades e os anseios de quem o consumirá. Assim, a qualidade do produto deve ser definida, também, quanto às percepções do consumidor, o que pode diferir bastante do conceito de qualidade na visão da indústria (MINIM, 2006).

Diversos autores se utilizam desta técnica para avaliar a qualidade e aceitação de produtos. No que diz respeito ao desenvolvimento de couro de frutas, Azeredo et al. (2006) e Man e Sin (1997) submeteram os couros de mangas e da

parte floral não fertilizada da jaca, respectivamente ao teste de aceitação com provadores não treinados, utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos, a avaliação sensorial demonstrou que as amostras foram consideradas aceitas pelos provadores. Diferentemente, Okilya; Mukisa e Kaaya (2010) avaliando couros de jaca submetidos a três métodos de secagem (estufa, forno e solar) utilizando o mesmo teste de aceitabilidade que os autores anteriores, puderam verificar que os couros de jaca submetidos a secagem solar foram rejeitados devido ao longo tempo de secagem que proporcionou uma perda de pigmentos e compostos aromáticos. Isso demonstra a importância desta ferramenta como um dos pontos decisivos no desenvolvimento de produtos que visam um amplo e heterogêneo mercado consumidor.

3.9 Pesquisa de consumo

A qualidade de vida está associada, entre outros fatores, ao estilo de vida e principalmente à qualidade da dieta que se consome. Daí o crescente interesse dos meios acadêmico e empresarial pelo ramo da Ciência e Tecnologia de Alimentos (PINTO; PAIVA, 2010).

O consumo inadequado, em excesso e muito freqüente dos alimentos industrializados, pode comprometer a saúde do ser humano. Muitos desses alimentos são ricos em gorduras e carboidratos refinados, apresentando elevado valor energético. Além disso, os hábitos adquiridos com o aumento do consumo de alimentos industrializados podem reduzir o consumo de alimentos *in natura*. Com a preocupação do consumidor atual em relação a dietas balanceadas, ricas em alimentos de origem vegetal, decorrente de seu maior grau de informação, ocorre o aumento no consumo de frutas e hortaliças, produtos saudáveis, frescos, com menores teores de colesterol e outras substâncias indesejáveis (MACHADO et al., 1996 *apud* ABRAHÃO et al., 2009), aumentando a demanda por tais produtos e pressionando sua produção (ABRAHÃO et al., 2009).

Por outro lado, o incremento da industrialização pode ter um impacto positivo para a alimentação no que se refere ao acesso a alimentos modificados, fontes alimentares e/ou enriquecidos com nutrientes que possam contribuir também para o melhor valor nutritivo da dieta. A maior contribuição das frutas para a alimentação humana é com relação as vitaminas e sais minerais.

As qualidades nutricionais e a reivindicação de alimentos saudáveis muitas vezes não são conhecidas pelos consumidores. O rótulo com informações relevantes sobre o conteúdo nutricional e certos benefícios à saúde se tornou o meio de comunicação com os consumidores. Além disso, a nutrição e a saúde são amplamente utilizados como uma estratégia de marketing e diferenciação do produto com o potencial de influenciar as respostas do consumidor (SABBE et al., 2009; HAILU; BOECKER; HENSON; CRANFIELD, 2009; SIEGRIST; STAMPFLI; KASTENKOLZ, 2008).

A inovação tornou-se um componente fundamental das empresas bem sucedidas de alimentos (VÁSQUEZ; SANTOS; ÁLVAREZ, 2001). A geração de idéias para novos produtos, e a consequente identificação de novos ensejos, é uma necessidade que contribui para a melhoria do processo de desenvolvimento.

Os consumidores indicam a estratégia de mercado para melhoria na apresentação do produto a ser adotada pelo setor alimentício e pelos produtores agrícolas. Sabe-se que a satisfação ou não do consumidor pode interferir nas decisões de compra (ANDREUCCETTI; FERREIRA; TAVARES, 2005). Segundo lasbeck e Oliveira (2005), a satisfação do consumidor é função das expectativas atendidas na ocasião da compra. Se o desempenho do produto adquirido não atende às expectativas, o consumidor mostra-se insatisfeito. Caso contrário, se o desempenho satisfaz as expectativas, o consumidor estará satisfeito e manterá fidelidade em relação ao produto adquirido.

O estudo de mercado tem o objetivo de encontrar necessidades não atendidas ou mal atendidas pelos produtos existentes. Assim, quanto mais próximo das necessidades dos consumidores, maiores são as chances do produto ter sucesso no mercado (COHEN, 2000; MARCOS, 2001), mas esse longo caminho, nem sempre de sucesso, envolve, além das pesquisas em tendências de mercado, o desenvolvimento em tecnologias de alimentos, testes de qualidade e marketing (CARDOSO et al., 2010).

O uso de questionários como meio de coletar informações junto aos consumidores, segundo Ferreira et al. (2000) apresenta menor custo em comparação aos testes de mercado e pode ser realizado em períodos de tempo relativamente curtos. Isso pode ser verificado, por exemplo, nos trabalhos de Miguel et al. (2007), que empregaram a metodologia QFD (Desdobramento da Função Qualidade) para avaliar o perfil do consumidor de abacaxis, onde o método mostrou-

se positivo para identificação dos atributos de qualidade que eram decisivos no momento da compra deste produto. Chaves (2002) e Cortés e Da Silva (2005) aplicaram a metodologia citada anteriormente para a melhoria de um iogurte e verificaram que o método também foi importante para traduzir os desejos dos clientes e para a reestruturação do produto.

3.10 Planejamento experimental

Otimização de processos e produtos tem apresentado uma crescente necessidade, minimizando custos e tempo, maximizando rendimento, produtividade e qualidade de produtos, dentre outros objetivos, tem levado profissionais de diferentes formações a buscarem técnicas sistemáticas de planejamento de experimentos (RODRIGUES; IEMMA, 2009).

A metodologia do planejamento fatorial, associada à análise de superfícies de respostas é uma ferramenta fundamentada na teoria estatística, que fornece informações seguras sobre o processo, minimizando o empirismo que envolve técnicas de tentativa e erro (BOX et al., 1978).

No planejamento de qualquer experimento, a primeira ação é decidir quais são os fatores e as respostas de interesse. Os fatores, em geral, são as variáveis que o pesquisador tem condições de controlar e podem ser qualitativas ou quantitativas. As respostas são as variáveis de saída do sistema, nas quais se tem interesse e que serão ou não afetadas por modificações provocadas nos fatores, também podem ser qualitativas ou quantitativas. Dependendo do problema pode haver várias respostas de interesse, que talvez precisem ser consideradas simultaneamente (AZOUBEL, 2002).

O planejamento consciente dos experimentos que devem ser realizados para determinar, e mesmo quantificar a influência das variáveis sobre as respostas desejadas, é indispensável para que resultados confiáveis sejam obtidos e para que análises estatísticas consistentes possam ser realizadas. Nesse contexto, considera-se que desenvolver produtos e processos através de procedimentos de tentativa e erro, conforme registros do início do século passado foram, de fato, importantes naquele momento. No entanto, a forte competitividade, a difusão de tecnologia, bem como a competência e a responsabilidade dos pesquisadores atuais inviabiliza tais procedimentos (RODRIGUES; IEMMA, 2009).

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHÃO, C.; MIGUEL, A.C.A.; DIAS, J.R.P.S.; SPOTO, M.H.S; SILVA, P.P.M. Aplicação do método QDF na avaliação do perfil do consumidor de melão amarelo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.4, p. 716-720, 2009.
- ABBOTT, J.A. Quality measurement of fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v.15,p. 207–225, 1999.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas. NBR 12806: Terminologia**. Rio de Janeiro, 1993. 8 p.
- ANDREUCETTI, C.; FERREIRA, M. D.; TAVARES, M. Perfil dos consumidores de tomate de mesa em supermercados da região de Campinas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 148-153, 2005.
- AMBRÓSIO, C.L.B.; CAMPOS, F.A.C.S.; FARO, Z.P. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 233-243, 2006.
- ASSUNÇÃO, R.B.; MERCADANTE, A.Z.. Carotenoids and ascorbic acid composition from commercial products of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v.16 p.647–657, 2003.
- 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.
- AZOUBEL, P.M. **Influência de pré-tratamentos na obtenção de produtos secos do caju (*Anacardium occidentale* L.)**. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP. São Paulo, 2002. 136p.
- BARBOSA-CÁNOVAS; VEGA-MERCADO, **Deshidratación de Alimentos**. Ed. Acribia, Zaragoza, 2000, 297p.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do Processamento de Alimentos**. 3. ed. rev. e ampl. São Paulo: Varela, 2001. 143 p.
- BRATFISCH, L. M. **Textura no Desenvolvimento de Alimentos**, disponível em <http://www.apta.sp.gov.br> , site consultado em 17/01/2011.
- BOX, G.E.P.; HUNTER, W.G.; HUNTER, J.S. **Statistics for experimenters: An introduction to designs, data analysis and model building**. Wiley. New York, 1978.
- CARDOSO, W. S.; PINHEIRO, F. A.; PEREZ, R.; PATELLI, T.; FARIA, E. R. Desenvolvimento de uma salada de frutas: da pesquisa de mercado à tecnologia de alimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.2, p.454-462, 2010.

- CHAVES, O. **Aplicação do método de desdobramento da função qualidade na industrialização do leite de consumo em Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Departamento de Economia Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002. 86 p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- CHE MAN, Y.B.; SIN, K.K. Processing and Consumer Acceptance of Fruit Leather from the Unfertilised Floral Parts of Jackfruit. **Journal Science Food Agricultural**, v. 75, 102-108, 1997.
- CHEFTEL, J. C., CHEFTEL, H. **Introducción a La bioquímica y tecnología de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, v.1, p.152 - 161, 1989.
- CHIRALT, A.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J.; TALENS, P.; MORAGA, G. Changes in mechanical properties throughout osmotic process (Cryoprotectant effect). **Journal of Food Engineering**, v. 49, p. 129-135, 2001.
- COHEN, J. C. Applications of qualitative research for sensory analysis and product development. **Food Technology**, n. 11, p. 164-174, 2000.
- CORTÉS, D. M. M.; DA SILVA, C. A. B. Revisão: Desdobramento da Função Qualidade – QFD – conceitos e aplicações na indústria de alimentos. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 8, n. 3, p. 200-209, 2005.
- CRUESS, W. V. **Produtos industriais de frutas e hortaliças**. São Paulo: Edgard Blucher, v.1, 1973.
- CUMMINGS, J.H.; STEPHEN, A.M. Carbohydrate terminology and classification. Review. **European Journal of Clinical Nutrition**. v.61 (Suppl. 1), p.5–18, 2007.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, 900p.
- DA SILVA, M. A. A. P. **Apostila de aulas teóricas da disciplina de análise sensorial de alimentos (TA 712)**. Departamento de Nutrição da Faculdade de Engenharia de Alimentos – UNICAMP, 2000.
- DONADIO, L.C.; NACHTIGAL, J.C.; SACRAMENTO, C.K. do. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 279p.
- EKANAYAKE, S.; BANDARA, L. Development of banana fruit leather. **Annals of the Sri Lanka Department of Agriculture**, v. 4, p. 353-358, 2002.
- FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.
- FERREIRA, V.F.; ROCHA, D.R.; SILVA, F.C. Potencialidades e oportunidades na química da sacarose e outros açúcares. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 623-638, 2009.

FERREIRA V.L.P.; ALMEIDA T.C.A.; PETTINELLI M.L.C.V.; SILVA M.A.A.P.; CHAVES J.B.P.; BARBOSA E.M.M. **Análise sensorial: testes discriminativos e Afetivos**. Manual: série qualidade. Campinas, SBCTA, 2000, 127p.

FRANCIS, F. J. QUALITY AS INFLUENCED BY COLOR. **Food Quality and Preference**, v. 6, p. 149-155, 1995.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9ª ed. São Paulo: Atheneu, 2002. 307p.

FRUTAL. **Produção de seriguela na região do Cariri**. Juazeiro do Norte. 2009, 128p.

GABAS, A.L. **Influência das condições de secagem de ameixa (*prunus domestica*) na qualidade do produto final**. Tese de doutorado. Faculdade de engenharia de Alimentos, FEA, UNICAMP, Campinas – SP, 2002.

GALLI, D.C.; BILHALVA, A. B.; RODRIGUES, R. S.; RODRIGUES, L. S. Influência da composição do xarope nas Características físico-químicas de pêssegos tipo passa. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.2, n. 3, p. 179-182, 1996.

GAVA, A.J.; SILVA, C.A.B.; FRIAS, J.R.G. **Tecnologia de Alimentos: Princípios e Aplicações**. Ed. Nobel. São Paulo, 2008, 511p.

GUJRAL, H.S.; KHANNA, G. Effect of skim milk powder, soy protein concentrate and sucrose on the dehydration behaviour, texture, color and acceptability of mango leather. **Journal of Food Engineering**, v. 55, p. 343–348, 2002.

HAILU, G.; BOECKER, A.; HENSON, S.; CRANFIELD, J. Consumer valuation of functional foods and nutraceuticals in Canada. A conjoint study using probiotcs. **Appetite**, v.52, p. 257-265, 2009.

HASLER, C.M. The Changing Face of Functional Foods. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 19, n. 5, 499S–506S, 2000.

HENG, K.; GUILBERT, S.; CUQ, J.L. Osmotic dehydration of papaya: influence of process variables on the product quality. **Sciences des aliments**, n.10, p. 831-847. 1990.

HUANG, X.; HSIEH, F.H. Physical Properties, Sensory Attributes, and Consumer Preference of Pear Fruit Leather. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 3, 2005.

HUNTERLAB. **Applications Note**. v. 8, n. 7, 1996. Disponível em: <<http://www.hunterlab.com>> Acesso em 11 de Dezembro de 2010.

IASBECK, L. C. A.; OLIVEIRA, F. M. O atendimento ao cliente como forma de maximização do lucro empresarial. **Revista Múltipla**, v. 10, n. 19, p. 163–185, 2005.

ILKER, R.; SZECSNIAK, A. S. Structural and chemical basis for texture of plant foodstuffs. **Journal of Texture Studies**, v. 21, p. 1-36, 1990.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**: Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos. 1° ed. Digital. São Paulo, 2008, 1020p.

IRWANDI, J.; CHE MAN, Y.B.; YUSOF, S.; JINAP, S.; SUGISAWA, H. Effects of type of packaging materials on physicochemical, microbiological and sensory characteristics of durian fruit leather during storage. **Journal Science Food Agriculture**. v. 76, p.427-434, 1998.

JANICK, J.; PAULL, R. E. **The Encyclopedia of Fruits & Nuts**. Cambridge University Press, Cambridge, (34-36), 2006, 160p.

JATURONGLUMLERT, S.; KIATSIRIROAT, T. Heat and mass transfer in combined convective and far-infrared drying of fruit leather. **Journal of Food Engineering**, v.100, p. 254–260, 2010.

JAYARAMAN, K. S.; DAS GUPTA, D. K. Dehydration of fruits and vegetables: Recent developments in principles and techniques. **Drying Technology**, v. 1, n. 10, p. 1-50. 1992.

JEFFERY, M. S. Key functional properties of sucrose in chocolate and sugar confectionery. **Food Technology**, Chicago, v.47, n.1, p.141-144, 1993.

KAYA, S.; KAHYAOGU, T. Thermodynamic properties and sorption equilibrium of pestil (grape leather) **Journal of Food Engineering**, v. 71, p. 200–207, 2005.

KAYA, S; MASKAN, A. Water vapor permeability of pestil (a fruit leather) made from boiled grape juice with starch. **Journal of Food Engineering**, v. 57, p. 295–299, 2003.

KRINSKY, N.I. The biological properties of carotenoids. **Pure & Appl. Chemistry**, v. 66, n. 5, p.1003-1010, 1994.

KROKIDA, M.K.; MAROULIS, Z.B.; SARAVACOS, G.D. The effect of the method of drying on the colour of dehydrated products. **International Journal of Food Science Technology**, v.36, p.53-59, 2001.

KUROZAWA, L.E. **Efeito das condições de processo na cinética de secagem de cogumelo (*Agaricus blazei*)**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP. Campinas, SP, 2005. 121p.

LEON, J., SHAW, P.E. *Spondias*: the red mombin and related fruits In: NAGY, S. SHAW, P.E., WARDOWSKI, W.F. **Fruits of Tropical and Subtropical Origin. Composition, properties and uses**. Lake Alfred: FSS, p. 116-126. 1990.

LERICI, C. R., PINNAVAIA, G., DALLA ROSA, M., BARTOLUCCI, L. Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. **Journal of Food Science**, v.50, n.5, p. 1217 - 1219, 1985.

LEWICKI, P. P.; JAKUBCZYK, E. Effect of hot air temperature on mechanical properties of dried apples. **Journal of Food Engineering**, v.64, p.307–314, 2004.

- LIRA JÚNIOR, J. S.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN; I. E.; MOURA R. J. M. Produção e características físico-químicas de clones de cirigueleira na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Revista Brasileira Ciência Agrária**. Recife, v.5, n.1, p.43-48, 2010.
- LÓPEZ, A. P.; VELOZ, V. S.; GALARZA, M.A.L.; LÚA, A. M. Efecto Del grado de madurez em La calidad y vida postcosecha de ciruela mexicana (Spondia Purpúrea,L.). **Revista Fitotecnia Mexicana**. México, v. 27, n. 2. p. 133-139. 2004.
- LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. Novo Odessa - SP. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Ltda, 2006. 640p.
- MACHADO, F. C. A. P. et al. **Agribusiness Europeu**. São Paulo: Pioneira, 1996 *in* ABRAHÃO, C.; MIGUEL, A.C.A.; DIAS, J.R.P.S.; SPOTO, M.H.S; SILVA, P.P.M. Aplicação do método QFD na avaliação do perfil do consumidor de melão amarelo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.4, p. 716-720, 2009.
- MARCOS, S. K. **Desenvolvimento de tomate de mesa com o uso do método QFD (Quality Function Deployment), comercializado em um supermercado**. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001. 199 f.
- MARTINS, S. T.; MELO, B. **Spondias: cajá e outras**. 2006. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 17. 01. 2009>.
- MASKAN, A.; KAYA, S.; MASKAN, M. Hot air and sun drying of grape leather (pestil). **Journal of Food Engineering**, v. 54, pg 81–88, 2002.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. New York: CRC, 1999. 281 p.
- MIGUEL, A. C. A. et al. Aplicação do método QFD na avaliação do perfil do consumidor de abacaxi “Pérola”. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 563-569, 2007.
- MINIM, V.P.R. **Análise Sensorial: Estudos com Consumidores**. Ed.UFV. Viçosa, 2006, 225p.
- MONTEIRO, C. L. B. **Técnicas de avaliação sensorial**. 2. ed. Curitiba: CEPPA, Universidade Federal do Paraná. 1984, 100 p.
- OETTERER, M.; REGINATO-D’ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. São Paulo, Ed. Manole, 2006. 612p.
- OLSON, J.A. **Carotenoids and human health**. Archivos Latinoamericanos de Nutricion, v.49, n.1, p.7 11, 1999.
- OKILYA, S.; MUKISA, I. M.; KAAAYA, A.N. Effect of solar drying on the quality and acceptability of jackfruit leather. **Eletronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, v. 9, n.1, p. 101 – 111, 2010.

- ORDOÑEZ, J. et al. **Tecnologia de alimentos** São Paulo: Editora Artmed, v 1, 2005. 294 p.
- PINTO, A.L.D.; PAIVA, C. L. Desenvolvimento de uma massa funcional pronta para tortas utilizando o método de Desdobramento da Função Qualidade (QFD). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30(Supl.1), p. 36-43, 2010.
- QUEIROZ, M.B.; BRAÚNA, I.R.L.; FADINI, A.L.; KIECKBUSCH, T.G. Solubilidade de equilíbrio de sacarose em misturas multicomponentes de açúcares. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 11, n. 1, p. 70-77, 2008.
- RIBEIRO, R. M. A. Glossário de termos de coleta e conservação de recursos genéticos. **Ciência da Informação**, v. 24, 1995. 7 p.
- RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de alimentos**. 1ª edição; SP 2004, 157p.
- RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos**. 2ª. Edição-revisada e ampliada; Editora Cáritas. Campinas – SP, 2009. 358p.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. ILSI Press: Washington-US. 2001. 64p.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B., KIMURA, M., GODOY, H.G., AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.21, p.445– 463, 2008.
- SABBE, S.; VERBEKE, W.; DELIZA, R.; VAN DAMME, P. Effect of a health claim and personal characteristics on consumer acceptance of fruit juices with different concentrations of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Appetite**, v.53, p.84-92.
- SANTOS, C. N. P. dos. **Elaboração de um estruturado de polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv *Tommy Atkins*) parcialmente desidratada por osmose**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, SP. 2003. 97p.
- SAGAR, V.R., KUMAR, P.S. Processing of guava in the form of dehydrated slices and leather. **Acta Horticulture**. v.735 p.579–590, 2007.
- SIEGRIST, M.; STAMPFLI, N.; KASTENKOLZ, H. consumers' willingness to buy functional foods. The influence of carrier, benefit and trust. **Appetite**, v.51, p. 526-529, 2008.
- SILVA, S.R., MERCADANTE, A.Z. Composição de carotenóides de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) in natura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, p.248–254, 2002.
- STAHL, W.; SIES, H. Carotenoids: occurrence, biochemical activities, and bioavailability. In: Packer L, Hiramatsu M, Yoshikawa T. **Antioxidant Food Supplements in Human Health**. San Diego: Academic Press; p.183-98, 1999.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 3rd ed. London: Academic Press, Inc., 2004. 408p.

TORLEY, P.J.; BOER, J. de; BHANDARI, B.R.; KASAPIS, S.; SHRINIVAS, P.; JIANG, B. Application of the synthetic polymer approach to the glass transition of fruit leathers. **Journal of Food Engineering**, v.86, p. 243–250, 2008.

VÁSQUEZ, R.; SANTOS, M. L.; ÁLVAREZ, L. I. Market orientation and competitive strategies in industrial firms. **Journal of Strategic Marketing**, v. 9, p. 69-90, 2001.

VATTHANAKUL, S., JANGCHUD, A., JANGCHUD, K., THERDTHAI N., WILKINSON. B. Gold kiwifruit leather product development using Quality function deployment approach. **Food Quality and Preference**, v. 21, n.3, p. 339-345, 2010.

VEIGA, R. F. A. **Bancos de germoplasma**. Disponível em: <<http://www.biota.org.br/iRead?57+livros.biota+129>>. Acesso em: 18 set. 2010.

TACO, **Tabela brasileira de composição de alimentos/NEPA-UNICAMP**. Versão II. 2^a. edição. Campinas, SP, 2006. 113p.

TEIXEIRA NETO, R. O. Alterações da qualidade de frutas e hortaliças desidratadas durante a estocagem. **Desidratação de frutas e hortaliças** – Manual técnico. Campinas: Instituto de Tecnologia de alimentos. p.8 item1-9, 2001.

VIJAYANAND, P.; YADAV, A. R.; BALASUBRAMANYAM, N.; NARASIMHAM, P. Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. **Lebensmittel Wissenschaft and Technologie**, v.33, n. 2, p.132-137, 2000.

VOLP, A.C.P.; RENHE, I.R.T.; STRINGUETA, P.C. Pigmentos Naturais Bioativos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara v.20, n.1, p. 157-166, 2009.

ZANATTA, C.F. **Determinação da composição de carotenóides e antocianinas de camu-camu (*Myrciaria dúbia*)**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP. Campinas, SP, 2004. 144p.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

ARTIGO 1 – Otimização do processo de produção de rolinhos de Ciriguela

RESUMO

Dentre os diversos produtos desidratados, o rolinho de frutas é uma nova opção, obtida da desidratação do purê da fruta, podendo ser adicionado açúcar e/ou alguns aditivos, apresentando uma textura coriácea. Este estudo teve por objetivo determinar o tempo de secagem e verificar os efeitos de diferentes concentrações de xarope de glicose e sacarose, sobre a atividade de água, umidade, teor de carotenóides, diferença de cor e textura de rolinhos de ciriguela por meio de um planejamento fatorial completo 2^2 . Todas as formulações alcançaram umidade abaixo de 20% com 6h de secagem. A concentração do xarope de glicose foi a variável que mais influenciou as respostas para atividade de água, quanto maior a concentração maior foi a A_w , os genótipos IPA-1 e IPA-9 tiveram maior influência da glicose enquanto que o IPA-3 a glicose não influenciou. A perda de umidade no rolinho de ciriguela do IPA-1 foi influenciada pela concentração de sacarose, seguida da concentração de xarope de glicose, ambas com efeito negativo. No rolinho de ciriguela do IPA-3, o único fator que influenciou foi a concentração de sacarose no modelo linear e no IPA-9 a interação dos dois fatores e a concentração do xarope de glicose, influenciaram pouco e negativamente. Isso significa que quanto maior a concentração de sacarose e xarope de glicose menor foi a umidade. Quanto ao teor de carotenóides o xarope de glicose influenciou negativamente, quanto maior o teor de glicose menor foi o teor de carotenóides, no rolinho de ciriguela do IPA-1, além do xarope de glicose, a sacarose influenciou também o teor de carotenóides, enquanto que nos rolinhos IPA-3 e IPA-9, todos os outros fatores influenciaram em menor proporção, diferença de cor e textura também tiveram como maior influência a concentração do xarope de glicose, quanto maior a adição dessa variável menor foi a diferença de cor e a textura. Diante dos resultados foi selecionado os ensaios 2, 4 e 6, para serem submetidos à análise sensorial, por apresentarem baixa umidade e textura macia. Desta forma evidencia-se que há boa perspectiva para produção da agroindústria de rolinho de ciriguela.

Palavras-chave: desidratação; planejamento experimental; xarope de glicose; *Spondias purpurea*; textura.

ABSTRACT

Among the various dehydrated products, the fruit leather is a new product, obtained by drying fruit puree, can be added sugar and/or some additives presented a leathery texture. This study carried out aiming to determine the drying time by kinetic model and to evaluate the effect of different concentrations of glucose syrup and sucrose, on the water activity, moisture, carotenoids, differences in color and texture red mombin fruit leather through experimental design 2^2 . All tests ranged moisture below 20% with six hours of drying. The glucose syrup concentration was the variable that most influenced the responses to water activity, the higher the concentration the higher the a_w , the genotypes IPA -1 and IPA -9 had the greatest influence of glucose while the IPA-3 the glucose did not affect. The moisture loss in the red mombin fruit leather of IPA -1 was influenced by sucrose concentration, both with negative effect. In the red mombin fruit leather of IPA - 3, the only factor that influenced the concentration of sucrose was in the linear model and IPA-9 interaction of two factors and the concentration of glucose syrup, little and negatively influenced. This means that the higher the concentration of sucrose and glucose was lower moisture. The carotenoid content of glucose syrup negatively affected, the higher the glucose was the lowest carotenoid content, in the red mombin fruit leather IPA - 1, beyond glucose syrup, sucrose also influenced the carotenoids content, whereas in the red mombin fruit leather IPA-3 and IPA-9, all other factors influenced to a lesser extent, differences in color and texture also had the greatest influence the concentration of the syrup glucose, the higher the addition of this variable was the smallest difference in color and texture. Considering the results was selected the formulations 2, 4 and 6, to be submitted to sensory analysis, because they have low moisture and soft texture. In addition Thus becomes evident that there are good prospects for the agro-industrial production of red mombin fruit leather.

Keywords: dehydration; experimental design, glucose syrup; *Spondias purpurea*; texture.

5.1 INTRODUÇÃO

Originária da América Tropical, a Cirigueleira (*Spondia purpurea* L.) produz a Ciriguela, um fruto climatérico, tipo drupa, de formato ovóide que possui casca fina de cor verde quando imaturo e amarela ao vermelho-escuro de acordo com seu grau de maturação. Polpa amarela e características sensoriais bastante agradáveis, produzida principalmente no nordeste brasileiro, onde é muito apreciada em sua forma *in natura*. Como a maioria das frutas climatéricas, há uma grande perda pós-colheita, devido a sua alta taxa respiratória, há necessidade de processos tecnológicos que possibilitem seu armazenamento e comercialização por um longo período de tempo.

Segundo Filgueiras (2001), a ciriguela apresenta boas características para a industrialização em termos de rendimento e sabor o que abre amplas possibilidades para a fabricação de sucos, néctares, geléias, sorvetes e outros produtos. Assim, o desenvolvimento de novos produtos com esta fruta vem sendo incentivado, tornando-a mais acessível a um número maior de pessoas e que sejam viáveis economicamente.

O fruto da cirigueleira tem uma boa densidade calórica devido à alta concentração de carboidratos totais (18,9%), frutose, glicose e sacarose juntas respondem por 65% do total de sólidos solúveis. Destaca-se, também, o teor de potássio bastante elevado, chegando a valores bem próximos dos encontrados para a banana que é uma fruta reconhecidamente rica nesse mineral, e ainda apresenta outros nutrientes como, vitamina C, beta-caroteno, fibras, cálcio, sódio, fósforo, entre outros (TACO, 2006; FRANCO, 2002; FILGUEIRAS, 2001).

A redução da atividade de água do alimento, a qual está intimamente relacionada ao grau de estabilidade do mesmo, do ponto de vista físico, químico, enzimático e microbiológico é o objetivo principal da desidratação. Considerando que a maioria dos frutos frescos são constituídos por mais de 80% de água, a desidratação é um dos procedimentos mais importantes para a conservação de alimentos. Além do mais, é a significativa redução em volume e peso, o que promove uma maior facilidade e economia na embalagem, transporte e armazenamento do produto desidratado. Barbosa-Cánovas; Vega-Mercado (2000) ressaltam que a desidratação de alimentos desenvolvida dentro de um ambiente científico tornou

possível a criação de um setor em todo o mundo capaz de fornecer o alimento não só necessário, mas também nutritivo. As mudanças físicas e químicas, durante uma operação de secagem podem melhorar certas características dos produtos esperados, mas também podem diminuir a quantidade de nutrientes e propriedades organolépticas. No entanto, com manejo adequado, essas reações e mudanças físicas podem garantir alimentos com alto teor de nutrientes e aumentar significativamente o seu tempo de vida útil.

Couro de frutas refere-se a um purê de fruta ou uma mistura de concentrado de suco de frutas e outros ingredientes que são cozidos ou não e desidratados em finas camadas sendo apresentado em diversas formas, em tiras ou em rolinhos (HUANG; HSIEH, 2005). Uma diversa variedade de frutas tem sido usada para produzir couros ou rolinhos, como a goiaba (VIJAYANAND et al., 2000), manga (GUJRAL; KHANNA, 2002; AZEREDO et al., 2006), jaca (CHE MAN; SIN, 1997; OKILYA; MUKISA; KAAYA, 2010), pêra (HUANG; HSIEH, 2005), kiwi (VATTHANAKUL et al., 2009) e banana (EKANAYAKE; BANDARA, 2002).

Couros de frutas são principalmente consumidos como “snacks” (lanches) ou como ingredientes em produtos de confeitaria, biscoitos e cereais matinais (IRWANDI et al., 1998) e têm sido frequentemente alvo do mercado de alimentos saudáveis, aparecendo em propagandas como uma alternativa de alimento saudável, nutritivo e prático (VATTHANAKUL et al., 2009). É difícil saber a origem do couro de fruta, acredita-se que teve seu início no Oriente Médio, porém a popularidade deste produto tem aumentado significativamente nos últimos dez anos, principalmente nos Estados Unidos, e vem sendo também desenvolvido em diferentes partes do mundo, como África (OKILYA; MUKISA; KAAYA, 2010), Estados Unidos (HUANG; HSIEH, 2005), Índia (VIJAYANAND et al., 2000), Brasil (AZEREDO et al., 2006), Turquia (MASKAN; KAYA; MASKAN, 2002), Sri Lanka (EKANAYAKE; BANDARA, 2002), Tailândia (VATTHANAKUL et al., 2009), Malásia (CHE MAN; SIN, 1997), entre outros. Apesar de ser um produto bem estabelecido internacionalmente, poucos estudos são publicados sobre este produto (VATTHANAKUL et al., 2009), principalmente no Brasil.

Segundo Rodrigues e Lemma (2009) o planejamento experimental, baseado nos fundamentos estatísticos é sem dúvida alguma, uma ferramenta poderosa para se chegar às condições otimizadas de um processo, desenvolvimento da formulação

de produtos dentro das especificações desejadas ou simplesmente para avaliar os efeitos ou impactos que os fatores têm nas respostas desejadas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito das diferentes concentrações do xarope de glicose e de sacarose, sobre as respostas: atividade de água, umidade, teor de carotenóides, diferença de cor e textura de rolinhos de ciriguela.

5.2 METODOLOGIA

Material

Para a produção de rolinhos de ciriguela foram utilizados frutos de Cirigueleiras no estágio maduro, de três genótipos selecionados IPA – 1; IPA – 3 e IPA – 9 entre os que apresentaram maior produtividade, com teor de sólidos solúveis, em torno de 17,8 a 19 °Brix. Os frutos foram colhidos no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de cirigueleira da Estação Experimental de Itambé do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), cujas coordenadas geográficas e climáticas são as seguintes: localizada na Zona da Mata Norte no Município de Itambé – Pernambuco, Brasil, com coordenadas geográficas: 7°24'50"S e 35°06'30"W e altitude de 190 m. O clima é As' (Köppen) - tropical chuvoso (quente e úmido) com verão seco, sua pluviosidade média anual é 1200 mm, a temperatura média anual é 24 °C, com Umidade Relativa do ar a 80%, seu solo é Podzólico vermelho-amarelo. Utilizou-se xarope de glicose de milho Arcolor e açúcar cristal União adquiridos no comércio da região metropolitana do Recife.

Métodos

O desenvolvimento dos rolinhos de ciriguela seguiu o fluxograma descrito na Figura 1 e as análises físicas e químicas foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas de Alimentos do Departamento de Ciências Domésticas/UFRPE.

Procedimentos

As frutas foram colhidas de cada genótipo nas primeiras horas da manhã, transportadas em caixas térmicas com gelo até o laboratório de Processamento de Alimentos, do Departamento de Ciências Domésticas da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Em seguida os frutos maduros foram selecionados, lavados, sanitizados em solução de Dicloroisocianurato de Sódio Dihidratado, teor de Cloro Ativo = 3% (SUMAVEG) por 15 minutos, secos com papel toalha e mantidos em sacos de polietileno a -18°C até o momento da preparação do rolinho. As frutas foram descongeladas 12 horas antes do processamento em temperatura de 5°C , e passadas em despoldadeira semi-industrial (Bonina Compacta).



Figura 1. Fluxograma do desenvolvimento de rolinho de Ciriguela.

As formulações (11 ensaios) foram elaboradas de acordo com o planejamento fatorial (Tabela 1 e 2). Porções da formulação de aproximadamente 60g foram colocadas em formas de alumínio (10x20x1cm) forradas com filme de polietileno e levadas para a estufa com circulação e renovação de ar MA 035 (Marconi) a 60 °C até umidade inferior a 20%. Após esse período as formas foram colocadas em dissecador com sílica-gel para esfriarem, e em seguida foram moldados os rolinhos, embalados individualmente com papel celofane e armazenados em potes de vidro (600 mL protegidos da luz com papel alumínio) a 21±2 °C.

a) Planejamento Experimental

Para avaliar a influência das variáveis quantitativas de processo sobre os rolinhos de ciriguela foi utilizada a metodologia de superfície de resposta. Os ensaios experimentais foram realizados seguindo um planejamento fatorial 2² completo, com 4 pontos fatoriais (níveis ±1), 4 pontos axiais (níveis ±α) e 3 pontos centrais (nível 0) totalizando 11 ensaios. O efeito da concentração do xarope de glicose (G) e da concentração de sacarose (S) (variáveis independentes) foi avaliado sobre as respostas (variáveis dependentes): Atividade de água (Aa), umidade, teor de carotenóides totais (CT), diferença de cor e textura ao final do processo. Os resultados obtidos foram ajustados ao seguinte polinômio:

$$Y = \varphi(G, S) = \beta_0 + \beta_1G + \beta_2S + \beta_{11}G^2 + \beta_{22}S^2 + \beta_{12}GS$$

Onde β_n são os coeficientes de regressão, y é a resposta em questão (Aa, umidade, CT, diferença de cor e textura) e G e S são as variáveis independentes codificadas (concentração do xarope de glicose e concentração da sacarose, respectivamente). As Tabelas 1 e 2 apresentam os valores das variáveis independentes codificadas e os ensaios realizados para o planejamento fatorial, respectivamente.

Tabela 1. Níveis codificados das duas variáveis para rolinhos de Ciriguela.

Níveis codificados	Xarope de glicose (%)	Sacarose (%)
- 1,41	0	0
-1	4,4	1,5
0	15	5
+1	25,6	8,5
+ 1,41	30	10

Tabela 2. Ensaio do planejamento experimental com níveis decodificados.

Nº do ensaio	Xarope de Glicose (%)	Sacarose (%)
1	4,4	1,5
2	25,6	1,5
3	4,4	8,5
4	25,6	8,5
5	0	5
6	30	5
7	15	0
8	15	10
9	15	5
10	15	5
11	15	5

b) Cinética de secagem

Para determinar o tempo de secagem foi realizado um teste preliminar no qual todas as formulações foram submetidas à 60 °C em estufa com circulação de ar. As leituras em relação à perda de peso de cada amostra foram realizadas em intervalos de 60 min, onde uma amostra de cada formulação era retirada da câmara de secagem, colocada em dissecador, pesada e submetida à análise de umidade em estufa a 105 °C por 24h, de acordo com a metodologia 925.10/2000 descrita pela A.O.A.C., (2005).

A perda de massa foi acompanhada até atingir peso constante. O resultado foi obtido a partir da diferença de peso da amostra úmida e amostra seca. O tempo de secagem para o experimento final foi determinado pela umidade abaixo de 20% para todas as formulações.

Os resultados da cinética de secagem foram ajustados pelos modelos matemáticos de Page e Thompson.

Equação de Page: $RU = e^{-Kt^n}$

RU: razão de umidade (adimensional);

K, n: constantes do modelo que dependem das condições de operação do processo de secagem e características do material a ser secado;

t: tempo (minuto).

Equação de Thompson : $t = \ln (RU)^A + \ln (RU)^B$; $t = \ln (RU)^{A+B}$

Onde A e B são constantes relacionadas à temperatura do ar e RU é a razão de umidade.

c) Análises Físicas e químicas

As análises foram realizadas em triplicata de acordo com os procedimentos descritos a seguir.

Umidade (AOAC, 2005 - 925.10/2000) - o teor de umidade da polpa e dos rolinhos de Ciriguela foi determinado por gravimetria a 105 °C por 24 h em estufa até peso constante.

Atividade de água (Aa)- foi utilizado um analisador de atividade de água (Decagon, PawKit, Braseq) a 25°C.

Carotenóides totais - foi efetuada pelo método descrito por Rodriguez-Amaya (2001) baseada na extração dos carotenóides com acetona, seguida por transferência em éter de petróleo, completou o volume em balão volumétrico de 50 mL e posterior leitura em espectrofotômetro registrado no comprimento de onda de 450 nm e o coeficiente de absorção de 2500, o resultado foi expresso em µg em equivalente de β-caroteno/g.

Diferença de cor (ΔE*) - foi avaliada em colorímetro Minolta, operando em sistema CIELAB ($L^*a^*b^*$), sendo L^* a luminosidade, a^* a intensidade da cor vermelha e b^* a intensidade da cor amarela (McGUIRE, 1992);

Através destes parâmetros, calculou-se a diferença média de cor (ΔE*) entre polpa fresca e o rolinho de ciriguela, segundo a equação.

$$\Delta E = ((L^*-L_0)^2 + (a^*-a_0^*)^2 + (b^*-b_0^*)^2)^{0,5}$$

Onde:

ΔE* é a diferença total de cor;

L_0^* e L^* são as luminosidades das amostras de polpa fresca e do rolinho, respectivamente;

a_0^* e a^* são as intensidades da cor vermelha das amostras de polpa fresca e do rolinho, respectivamente;

b0* e b* são as intensidades da cor amarela das amostras de polpa fresca e do rolinho, respectivamente.

Textura - foi realizada teste de dureza em texturômetro CT 3 Brookfield, utilizando Probe que imita o dente incisivo. As medidas utilizadas foram: Target values 30mm; Trigger 10g, teste speed 2mm/s. A partir do momento que o Probe atinge a amostra e registra 10g de resistência dispara o teste numa velocidade de 2mm/s e percorre até 30mm da amostra, o valor final registrado é o pico da curva expresso em kgf.

d) Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e comparados pelo Teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade utilizando o programa estatístico “SAS for Windows” 6.0. A determinação dos coeficientes de regressão e a geração das superfícies de respostas foram realizadas pelo software Statistica 6.0

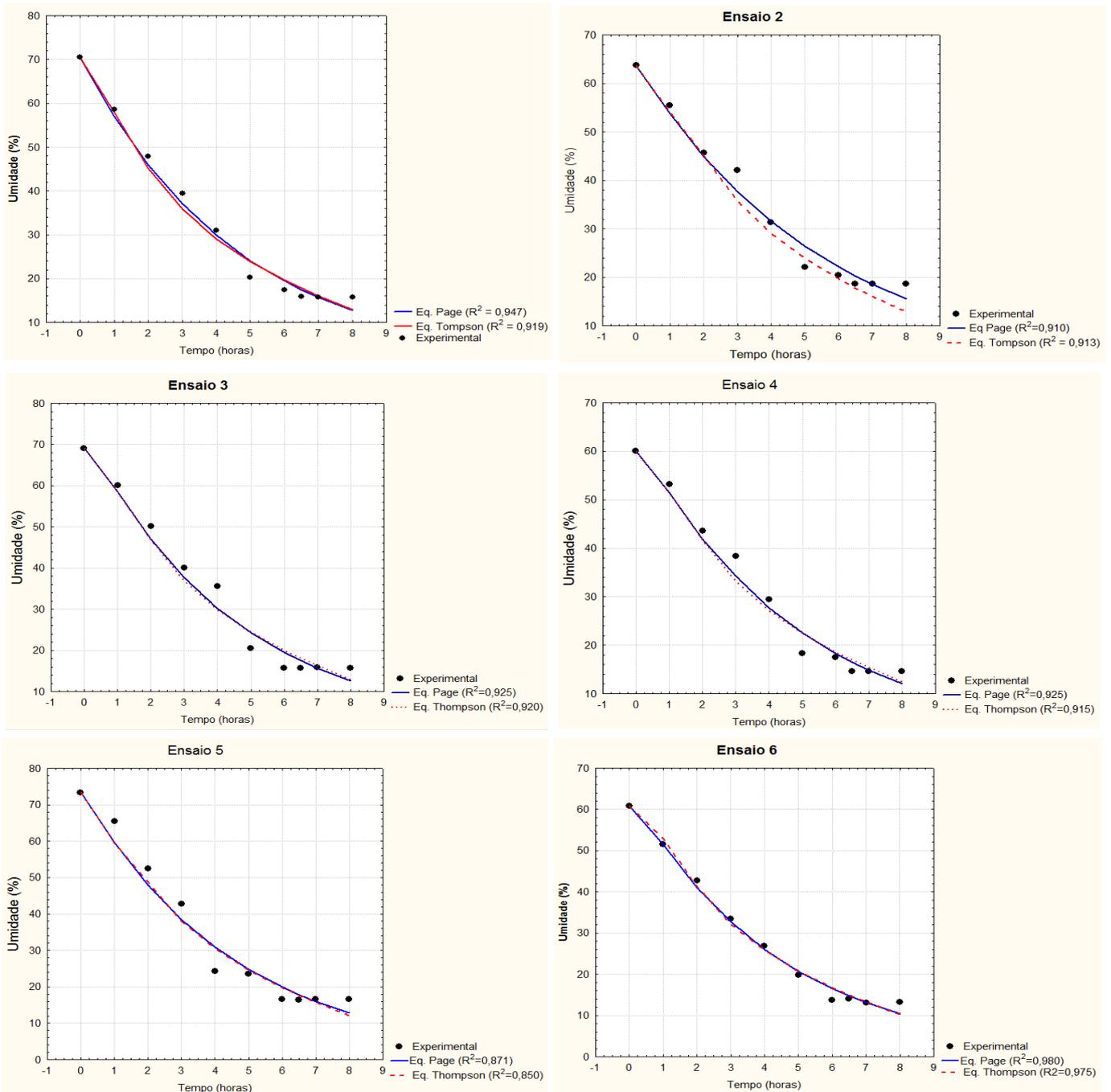
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Cinética de secagem

A cinética de secagem foi realizada com o genótipo de ciriguela IPA-1, por este ter apresentado maior quantidade de frutos. As amostras atingiram peso constante após 8 horas de secagem, porém o tempo de 6 horas de secagem foi estabelecido como ótimo, pois todos ensaios apresentavam umidade abaixo de 20%. De acordo com a Resolução CNNPA (Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos) nº 12 de 1978 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), caracteriza como fruta seca produtos com umidade inferior a 25%, sendo este um fator protetor ao desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos (BRASIL, 1978).

As curvas de cinética de secagem para os 9 ensaios do genótipo de ciriguela IPA-1, pelo modelo de Page, Thompson e os dados experimentais com os respectivos coeficientes de determinação (R^2) estão apresentados na Figura 2. Em termos de coeficiente de determinação, todos os modelos ajustados representam bem a secagem da formulação dos rolinhos de ciriguela. Na maioria dos ensaios os

coeficientes foram acima de 0,9, exceto para o ensaio 5. O modelo de Page apresentou o R^2 maior do que a equação de Thompson, por isso Page foi o que melhor se ajustou à cinética de secagem da formulação do rolinho, exceto para o ensaio 2, onde o coeficiente de determinação da equação de Thompson superou o da equação de Page.



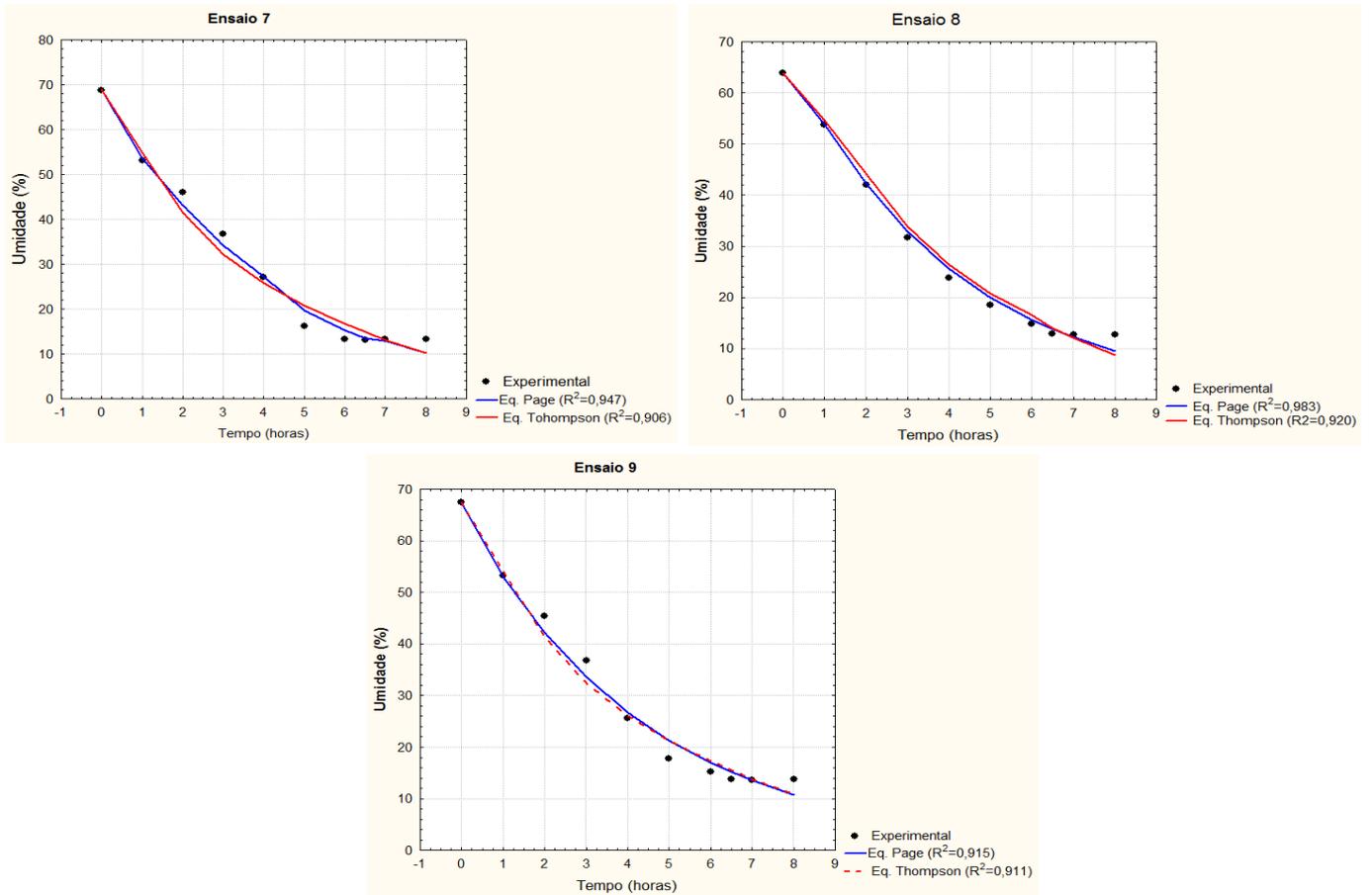


Figura 2. Curvas de cinética de secagem da polpa de Ciriguela pelo modelo de Page, Thompson e os dados experimentais.

As respostas das variáveis dependentes: atividade de água, umidade, teor de carotenóides, diferença de cor e textura obtidas a partir da matriz do planejamento fatorial estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Respostas das variáveis independentes do planejamento experimental dos genótipos IPA-1, IPA-3 e IPA-9.

ENSAIOS	Atividade de água (Aa)			Umidade (%)			Carotenóides (μg em equivalente β -caroteno/g)			Diferença de cor (ΔE)			Textura (Kgf)		
	IPA 1	IPA 3	IPA 9	IPA 1	IPA 3	IPA 9	IPA 1	IPA 3	IPA 9	IPA 1	IPA 3	IPA 9	IPA 1	IPA 3	IPA 9
1	0,47	0,50	0,55	16,20	17,87	18,08	29,64	35,44	33,59	22,84	24,64	23,95	9,96	9,90	8,93
2	0,51	0,51	0,57	14,56	15,84	15,11	16,89	22,52	25,10	18,67	21,90	20,92	6,70	5,90	6,30
3	0,47	0,53	0,52	17,19	18,75	15,94	24,13	30,00	48,52	21,39	23,00	21,93	10,86	10,74	10,69
4	0,56	0,54	0,57	15,40	18,63	17,20	16,20	15,75	14,80	21,24	21,50	21,37	6,90	6,30	6,10
5	0,47	0,52	0,52	18,45	19,50	17,12	25,35	36,10	44,97	25,08	24,08	24,58	8,04	8,80	8,40
6	0,54	0,54	0,57	15,40	17,61	15,90	14,71	16,80	15,87	21,56	20,96	21,06	5,04	5,30	5,20
7	0,49	0,51	0,57	14,27	16,10	16,65	20,88	29,50	30,00	19,92	23,10	21,23	10,79	10,9	10,68
8	0,56	0,53	0,54	15,31	18,62	16,63	14,34	20,85	32,00	20,18	22,90	21,87	7,49	7,41	7,90
9	0,51	0,52	0,52	17,10	17,88	16,58	18,54	24,32	24,52	19,17	21,00	20,13	8,34	8,15	8,51
10	0,52	0,53	0,53	17,10	17,12	16,23	20,64	24,49	24,90	20,27	21,38	20,83	8,41	8,69	8,93
11	0,52	0,52	0,53	17,01	17,00	16,18	19,59	24,41	24,82	19,65	21,50	20,44	8,25	8,43	8,38

Ensaio 1: 4,4% de Xarope de Glicose (G) + 1,5% de sacarose (S); **2:** 25,6% G + 1,5% S; **3:** 4,4% G + 8,5 S; **4:** 25,6 G + 8,5 S; **5:** 0% G + 5% S; **6:** 30% G + 5% S; **7:** 15% G + 0% S; **8:** 15%G + 10% S; **9;10 e 11:** 15% G + 5% S. IPA – Instituto Agrônômico de Pernambuco.

5.3.2 Atividade de água (Aa)

O Efeito das variáveis independentes sobre a atividade de água e umidade nos rolinhos de ciriguela de três genótipos de ciriguelira IPA-1, IPA-3 e IPA-9 estão apresentados na Tabela 4. Observa-se que a atividade de água do rolinho de ciriguela do genótipo IPA-1 sofreu maior influência com as diferentes concentrações de xarope de glicose, seguida das concentrações de sacarose, ambos com sinal positivo. A Figura 3A apresenta esta influência, ou seja, quanto maior as concentrações de glicose e sacarose maior é a atividade de água.

Tabela 4. Efeitos das variáveis independentes na atividade de água e umidade de rolinhos de Ciriguela de três genótipos do IPA.

Fatores %	Atividade de Água			Umidade (%)		
	IPA-1	IPA-3	IPA-9	IPA-1	IPA-3	IPA-9
Média	0,517	0,522	0,526	17,07	17,33	16,33
1(L)	0,057	NS	0,035	-1,938	NS	-0,860
1(Q)	NS	NS	NS	NS	NS	NS
2(L)	0,037	0,022	-0,018	0,826	1,811	NS
2(Q)	NS	NS	0,029	-2,300	NS	NS
1*2	0,025	NS	NS	NS	NS	2,115
R²	0,930	0,845	0,979	0,992	0,956	0,984

1 = % xarope de glicose; 2 = % sacarose; L = linear; Q = quadrática. NS=não significativo. IPA= Instituto Agrônômico de Pernambuco.

De acordo com a Tabela 5 pode-se considerar este modelo preditivo, onde a falta de ajuste não foi significativa. Com relação ao rolinho de ciriguela do genótipo IPA-9, a concentração de xarope de glicose exerceu maior efeito sobre a atividade de água (Tabela 4 e Figura 3C), enquanto que no rolinho do genótipo IPA-3 a concentração da sacarose influenciou levemente (Figura 3B). Os genótipos IPA-1 e IPA-9 tiveram maior influencia da glicose enquanto que no genótipo IPA-3 a glicose não influenciou (Tabela 4).

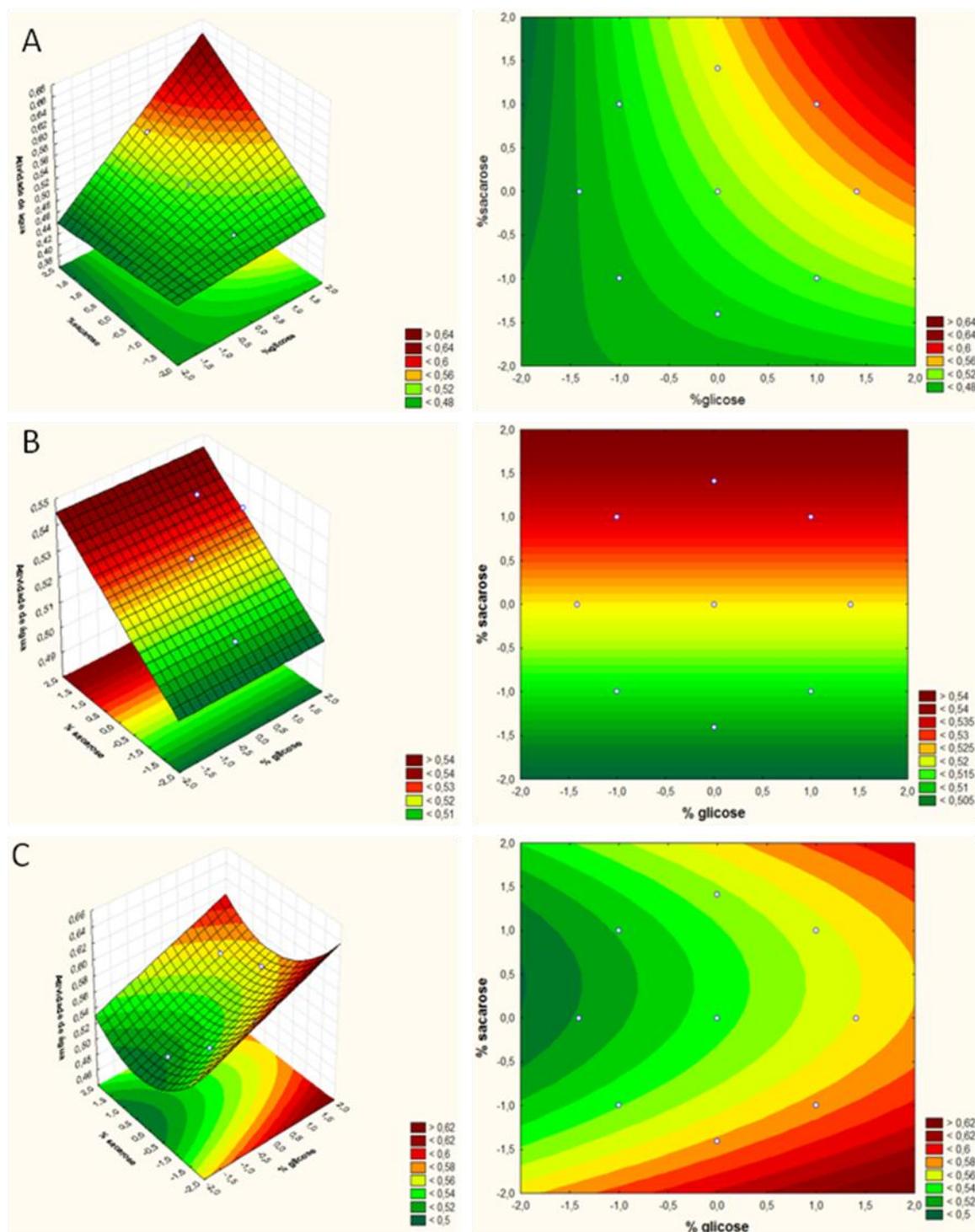


Figura 3. Superfície de resposta e curvas de contorno em função das porcentagens de Glicose e Sacarose para atividade de água do rolinho de ciriguela dos genótipos IPA-1 (A) IPA-3 (B) e IPA-9 (C).

Tabela 5. Análise de Variância do modelo ajustado para a atividade de água dos rolinhos de ciriguela dos genótipos IPA-1, IPA-3 e IPA-9.

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	F calc	F tab
IPA-1					
Regressão	0,003	2	0,0016	8,85	4,46
Resíduo	0,001	8	0,0002		
Falta de ajuste	0,0014	6	0,00024	7,08	19,3
Erro puro	0,00010	2	0,00003		
Total	0,0044	10		$R^2 = 0,930$	
IPA-3					
Regressão	0,0010	1	0,0010	14,28	5,12
Resíduo	0,0006	9	0,00007		
Falta de ajuste	0,0005	7	0,00010	3,33	19,4
Erro puro	0,000053	2	0,00003		
Total	0,001458	10		$R^2 = 0,845$	
IPA-9					
Regressão	0,010	3	0,0033	16,5	4,35
Resíduo	0,0012	7	0,0002		
Falta de ajuste	0,0011	5	0,0002	4	19,3
Erro puro	0,00010	2	0,00005		
Total	0,0112	10		$R^2 = 0,979$	

SQ = soma quadrática; GL = grau de liberdade; MQ = Média quadrática;

F_{calculado} = distribuição dos valores de F calculado ($p < 0,05$); *Valores tabelados de F a $p < 0,05$; NS: Não significativos ($p > 0,05$).

Valores de Aa superiores aos encontrados para os rolinhos de ciriguela foram apresentados por Che Man; Sin, (1997) em couros de jaca com concentrações de glicose e sacarose fixas em 15% e 25%, respectivamente e em estruturado de manga parcialmente desidratada por osmose, seguida de secagem convencional em estufa com circulação de ar (SANTOS, 2003). Babalola et al. (2002) também observaram valores de Aa superiores em couros de mamão e goiaba. Enquanto que, couros de pêra apresentaram Aa mais baixa, variando entre 0,36 a 0,48, de acordo com a formulação dos ensaios; aqueles que continham maior quantidade de xarope de glicose apresentaram Aa discretamente mais alta (HUANG; HSIEH, 2005).

Nesta pesquisa os ensaios com maior porcentagem de xarope de glicose apresentaram um pequeno aumento na atividade de água. Provavelmente este fato ocorreu devido às formulações que têm menor

concentração de açúcares terem mais água livre, facilitando assim a sua evaporação, resultando em uma menor atividade de água.

A secagem de alimentos não só afeta o conteúdo de água do produto, mas também altera as propriedades físicas, químicas e biológicas, tais como atividade enzimática, deterioração microbiana, textura, viscosidade, dureza, aroma e sabor dos alimentos (BARBOSA-CÁNOVAS; VEGA-MERCADO, 2000).

5.3.3 UMIDADE

A perda de umidade no rolinho de ciriguela do genótipo IPA-1 foi influenciada pela concentração de sacarose no modelo quadrático (Figura 4A), seguida da concentração de xarope de glicose no modelo linear, ambas com efeito negativo (Tabela 4). No rolinho de ciriguela do genótipo IPA-3, o único fator que influenciou foi a concentração de sacarose no modelo linear (Figura 4B) e no rolinho de ciriguela do genótipo IPA-9 a interação dos dois fatores e a concentração do xarope de glicose (Figura 4C), no modelo linear influenciaram pouco e negativamente. Isso significa que quanto maior a concentração de sacarose e xarope de glicose menor foi a umidade. Pode-se ainda observar na Tabela 6, que todos os modelos foram preditivos.

Embora o baixo teor de umidade (< 25%) nos alimentos possa inibir o crescimento microbiano e prolongar a vida útil, mas em contra partida pode afetar a qualidade da textura negativamente. Observou-se neste trabalho que os ensaios com maior quantidade de xarope de glicose e sacarose, apresentaram menor teor de umidade, porém textura mais maleável e coriácea, característica de couro de fruta, fato este atribuído as propriedades do xarope de glicose.

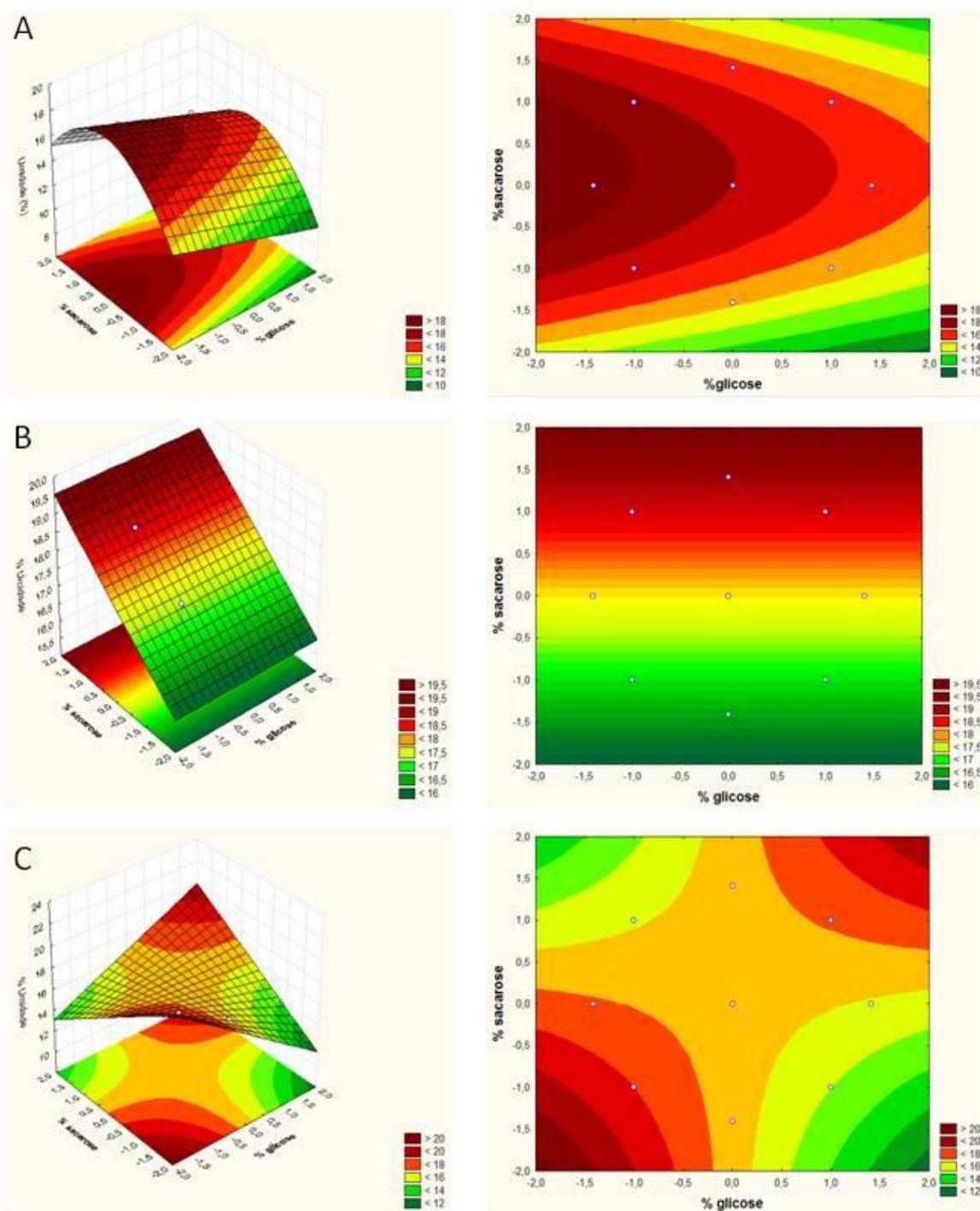


Figura 4. Superfície de resposta e curvas de contorno em função das porcentagens de Glicose e Sacarose para unidade do rolinho de ciriguela dos genótipos IPA-1 (A) IPA-3 (B) e IPA-9 (C).

Tabela 6. Análise de Variância do modelo ajustado para a umidade nos rolinhos de Ciriguela dos genótipos IPA-1, IPA-3 e IPA-9.

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	F calc	F tab
IPA-1					
Regressão	16,249	3	5,416	236,51	4,35
Resíduo	0,16031	7	0,02290		
Falta de ajuste	0,1548	5	0,03096	11,466	19,3
Erro puro	0,0054	2	0,0027		
Total	16,7859	10		$R^2 = 0,992$	
IPA-3					
Regressão	6,528	1	6,528	9,51	5,12
Resíduo	6,18	9	0,687		
Falta de ajuste	5,726	7	0,818	3,60	19,4
Erro puro	0,4539	2	0,227		
Total	12,9447	10		$R^2 = 0,956$	
IPA-9					
Regressão	5,941	2	2,9705	85,71	4,46
Resíduo	0,277	8	0,0347		
Falta de ajuste	0,1834	6	0,0306	0,65	19,3
Erro puro	0,0939	2	0,0469		
Total	6,1846	10		$R^2 = 0,984$	

SQ = soma quadrática; GL = grau de liberdade; MQ = Média quadrática;

F_{calculado} = distribuição dos valores de F calculado ($p < 0,05$); *Valores tabelados de F a $p < 0,05$; NS: Não significativos ($p > 0,05$).

A Figura 4C indica que as variáveis, porcentagens de sacarose e de xarope de glicose mantêm o mesmo valor de umidade na região próxima ao ponto central na matriz do planejamento experimental. Quando o valor das variáveis está abaixo do ponto central a umidade é mais alta e quando aumenta a concentração das variáveis aumenta a porcentagem da umidade. Isto é, quanto maior a porcentagem de glicose e menor a de sacarose menor a umidade ou vice-versa.

A umidade de um alimento não está relacionada apenas ao conteúdo de água nele presente, mas também por todas as substâncias voláteis que evaporam durante a secagem, ou já contida na amostra original ou produzida pelo processo de aquecimento. Os resultados dos métodos de secagem não devem ser denominados como "conteúdo de água" ou "perda de água" e sim "perda de massa", que seria a expressão mais correta, apesar de ser mais

comumente utilizada a expressão umidade, o que não está incorreto (RÜCKOLD; GROBECKER; INSEGARD, 2001).

Vijayanand et al. (2000) ao estudarem barras de goiaba e manga perceberam que as amostras mais aceitas eram aquelas com umidade de 11 a 15%, acima de 15% eram macias demais e abaixo de 11% tinham textura bastante rígida, sendo rejeitadas. Couro de fruta com 12,26% de umidade e Aa em torno de 0,60 caracteriza-se como produto de umidade intermediária e que não há necessidade de hidratá-lo para consumi-lo (CHE MAN; SIN, 1997).

Huang; Hsieh (2005) observaram que a umidade de couro de pêra foi afetada pelas variáveis: água, pectina e xarope de milho, como também a atividade de água; quanto maior o teor de umidade, maior era a atividade de água. A umidade do couro de pêra variou entre 6,42% a 13,47%, mas não foi o xarope de milho que influenciou a umidade e sim a quantidade de pectina usada nas formulações, diferente do que foi observado no rolinho de Ciriguela.

Couros de kiwi Gold apresentaram umidade inferior ao encontrado neste trabalho (8,06% a 11,25%) e as amostras com menor concentração de xarope de glicose (10%) tiveram umidade mais baixa do que a de maior concentração (20%), diferentemente do que o encontrado neste trabalho (VATTHANAKUL et al., 2009).

Okilya; Mukisa; Kaaya (2010) ao pesquisarem o efeito da secagem solar na qualidade e aceitabilidade de couros de jaca, obtiveram couros com umidade que variou de 12% a 25%. A umidade dos rolinhos de ciriguela encontra-se dentro dessa faixa, que é considerada microbiologicamente estável.

5.3.4 CAROTENÓIDES TOTAIS

A concentração de xarope de glicose foi a variável que teve maior influência sobre os teores de carotenóides totais de todos os genótipos, sendo essa influência negativa (Tabela 7). Quanto maior a concentração adicionada de xarope de glicose menor foi o teor de carotenóides totais, uma vez que a

quantidade de polpa da fruta foi reduzida proporcionando valor mais baixo desses fitoquímicos (Figuras 5A, B e C).

Tabela 7. Efeitos das variáveis independentes no teor de carotenóides totais e na diferença de cor dos rolinhos de Ciriguela de três genótipos do IPA.

Fatores %	Teor de carotenóides (μg equivalente em β -caroteno/g.)			Diferença de cor		
	IPA-1	IPA-3	IPA-9	IPA-1	IPA-3	IPA-9
Média	19,578	24,406	24,747	19,70	21,29	20,47
1(L)	-8,947	-13,636	-20,872	-2,33	-2,17	-2,14
1(Q)	NS	2,109	5,584	3,31	1,23	2,29
2(L)	-3,866	-6,119	1,868	NS	NS	NS
2(Q)	NS	0,827	6,167	NS	1,71	NS
1*2	NS	-0,665	-12,615	NS	NS	NS
R²	0,894	0,999	0,999	0,952	0,967	0,934

1 = % xarope de glicose; 2 = % sacarose; L = linear; Q = quadrática; NS=não significativo. **IPA** - Instituto Agrônômico de Pernambuco.

Para o rolinho de ciriguela do genótipo IPA-1, além do xarope de glicose, a sacarose influenciou também o teor de carotenóides, enquanto que nos rolinhos dos genótipos IPA-3 e IPA-9, todos os outros fatores influenciaram em menor proporção. Na Tabela 8, pode-se confirmar que todos os modelos foram preditivos.

Tabela 8. Análise de Variância do modelo ajustado para teor de carotenóides totais em rolinhos de ciriguela de genótipos do IPA (Instituto Agronômico de Pernambuco).

Fonte de Variação	SQ	GL	MQ	F calc	F tab
IPA-1					
Regressão	179,511	2	89,755	21,571	4,46
Resíduo	33,2872	8	4,1609		
Falta de ajuste	33,0752	6	5,5125	4,984	19,3
Erro puro	2,2120	2	1,106		
Total	226,201	10		R² = 0,894	
IPA-3					
Regressão	453,10	5	90,62	10.182,02	5,05
Resíduo	0,0445	5	0,0089		
Falta de ajuste	0,03	3	0,01	1,38	19,2
Erro puro	0,0145	2	0,00725		
Total	452,2432	10		R² = 0,999	
IPA-9					
Regressão	1.131,769	5	226,3539	1.601,032	5,05
Resíduo	0,7069	5	0,1414		
Falta de ajuste	0,269	3	0,2090	5,22	19,2
Erro puro	0,0800	2	0,0400		
Total	1.110,7521	10		R² = 0,999	

SQ = soma quadrática; GL = grau de liberdade; MQ = Média quadrática;

F_{calculado} = distribuição dos valores de F calculado ($p < 0,05$); *Valores tabelados de F a $p < 0,05$; NS: Não significativos ($p > 0,05$).

Através das superfícies de respostas (Figuras 5A, B e C) verifica-se que quanto maior a proporção de xarope de glicose menor é o teor de carotenóides totais.

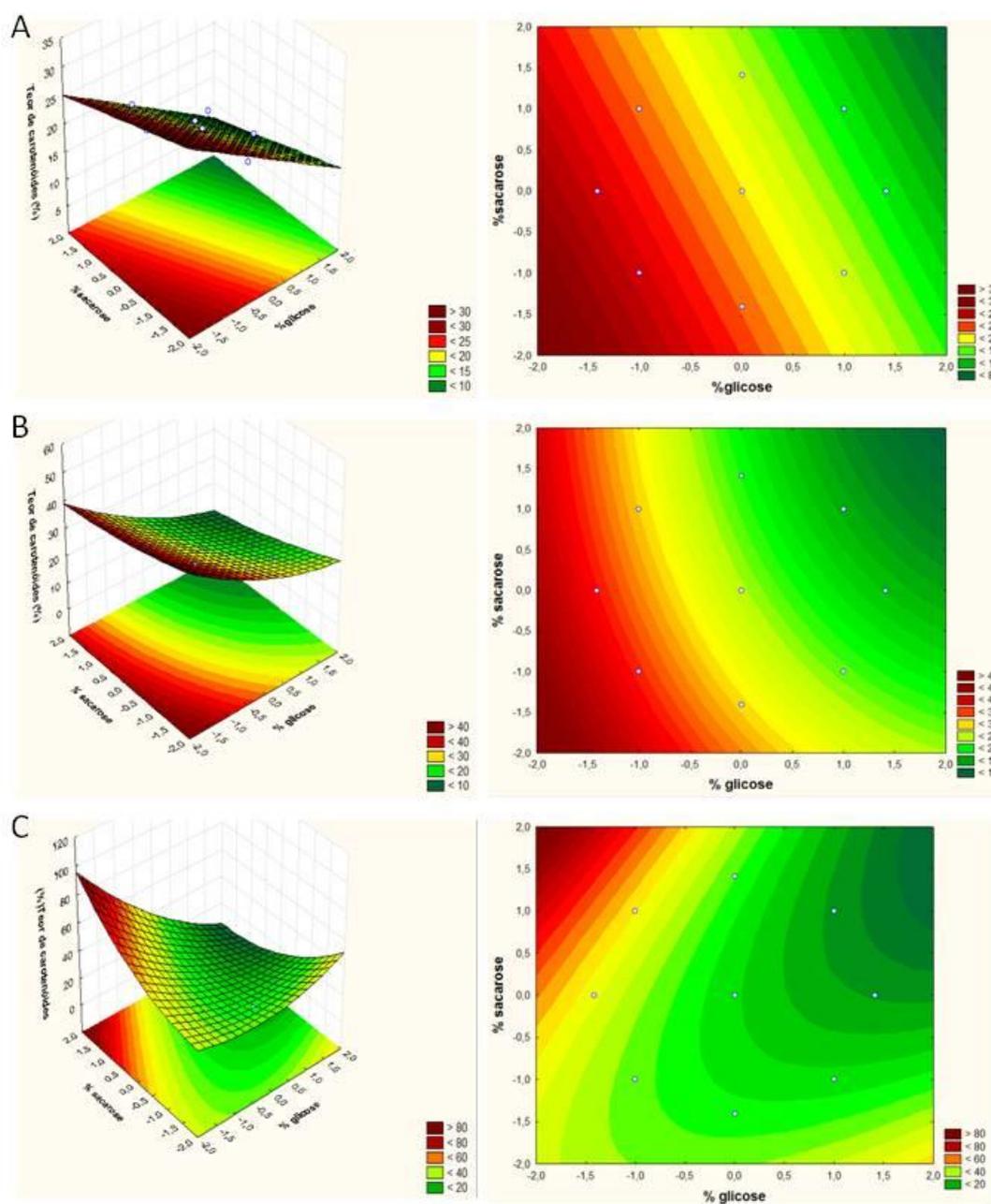


Figura 5. Superfície de resposta e curvas de contorno em função das porcentagens de Glicose e Sacarose para carotenóides totais do rolinho de ciriguela dos genótipos IPA-1 (A) IPA-3 (B) e IPA-9 (C).

Tonon; Baroni; Hubinger (2006) ao estudarem a Influência das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias de cloreto de sódio e sacarose perceberam que os frutos desidratados osmoticamente apresentam maior teor de carotenóides totais por grama do que os frutos *in natura*, fato explicado pela concentração ocorrida nos tomates, decorrente da perda de água sofrida pelos mesmos.

As polpas dos genótipos de ciriguela IPA-1, IPA-3 e IPA-9 apresentaram teor de carotenóides totais de 15,11, 18,21 e 16,85 μg equivalente em β -caroteno/g, respectivamente. Observando a Tabela 3 percebe-se que devido à exposição do produto à secagem, durante o processamento, houve uma concentração deste pigmento.

Neste trabalho os ensaios com menor quantidade de xarope de glicose, também apresentaram maior teor de carotenóides totais do que a polpa do fruto, como pode ser observado na Tabela 3. Aqueles ensaios que têm maior concentração de xarope de glicose (ensaio 2, rolinho de ciriguela dos genótipos IPA-1 =16,89; IPA-3 =22,52 e IPA-9 =25,10 μg equivalente em β -caroteno/g; ensaio 4, rolinhos de ciriguela dos genótipos IPA-1 =16,20; IPA-3 =15,75 e IPA-9 =14,80 μg equivalente em β -caroteno/g e ensaio 6 rolinhos de ciriguela dos genótipos IPA-1=14,71; IPA-3=16,80 e IPA-9=15,87 μg equivalente em β -caroteno/g) apresentaram teor de carotenóides totais muito próximo aos da polpa *in natura*, fato esperado já que houve uma concentração da polpa.

5.3.5 DIFERENÇA DE COR (ΔE)

Na análise do planejamento experimental dos rolinhos de Ciriguela dos genótipos IPA-1, IPA-3 e IPA-9, observou-se que os valores ajustados dos modelos linear e quadrático para a glicose na diferença de cor apresentaram significância ($p < 0,05$) (Tabela 7). Ainda nesta tabela podemos observar que o efeito linear da glicose influenciou negativamente todos os genótipos, ou seja quanto maior a concentração do xarope de glicose, menor foi a diferença de cor do rolinho em relação a polpa da ciriguela (Figura 6A, B e C). O rolinho de ciriguela do genótipo IPA-3 apresentou o mesmo comportamento dos demais, diferenciando apenas na função quadrática em relação a sacarose (Tabela 7 e Figura 6B). Como o objetivo é ter um produto com características o mais próximo do natural, quanto menor o ΔE dos rolinhos, melhor o resultado. Para os três genótipos acima citados os modelos gerados foram significativos e preditivos conforme verifica-se na Tabela 9.

Tabela 9. Análise de Variância do modelo ajustado para diferença de cor em rolinhos de ciriguela de genótipos do IPA.

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F calc	F tab
IPA-1					
Regressão	26,165	2	13,082	17,73	4,46
Resíduo	5,904	8	0,738		
Falta de ajuste	5,299	6	0,883	2,92	19,3
Erro puro	0,605	2	0,302		
Total		10		R² = 0,952	
IPA-3					
Regressão	15,581	3	5,194	22,98	4,35
Resíduo	1,585	7	0,226		
Falta de ajuste	1,449	5	0,290	4,26	19,01
Erro puro	0,136	2	0,068		
Total		10		R² = 0,967	
IPA-9					
Regressão	16,528	2	8,264	15,33	4,46
Resíduo	4,316	8	0,539		
Falta de ajuste	4,072	6	0,679	5,56	19,3
Erro puro	0,244	2	0,122		
Total		10		R² = 0,934	

SQ = soma quadrática; GL = grau de liberdade; MQ = Média quadrática; F_{calculado} = distribuição dos valores de F calculado ($p < 0,05$); *Valores tabelados de F a $p < 0,05$; NS: Não significativos ($p > 0,05$).

As mudanças de diferença de cor podem ser explicadas pelo incremento dos açúcares durante a secagem. Ressalta-se ainda, que as influências do pH da polpa (pH=3,3) e ação da temperatura durante a secagem favorecem a hidrólise da sacarose adicionada à polpa, elevando a concentração de grupos redutores, o que promove o avanço de rotas de escurecimento como caramelização e reação de Maillard (SOUSA et al., 2003).

Maskan, Kaya e Maskan (2002) ao pesquisarem a mudança da cor durante a concentração do suco de uva com amido, e na secagem do couro de uva, observaram mudanças na cor, principalmente durante a etapa da concentração. Os valores de **a** e **b** aumentaram e o valor de **L** diminuiu. Os autores acreditam que essa mudança seja devido à degradação das

antocianinas, presentes na uva. No caso do rolinho de Ciriguela, o valor de **L** e **b** aumentaram de acordo com o incremento da concentração do xarope de glicose em oposição ao valor de **a** que diminuiu com o aumento deste xarope. Couros de kiwi não apresentaram diferença significativa nos valores de **L** com o aumento da concentração de xarope de glicose (VATTHANAKUL et al., 2009). Enquanto que Huang; Hsieh (2005) ao estudarem as propriedades físicas, atributos sensoriais e preferência de consumo de couros de pêra, observaram o aumento do valor de **L** e a redução do valor de **a** com o aumento da adição do xarope de glicose, assim como neste trabalho. Estes autores afirmam que devido à transparência do xarope de glicose à medida que é adicionado ao couro de fruta, irá diluir a cor. Em relação ao valor de **a**, a sua diminuição é atribuída às reações de escurecimento não enzimático.

A modificação da cor dos rolinhos de ciriguela, apresentando uma tonalidade mais escura, pode ser resultado da oxidação do ácido ascórbico e dos polifenóis. A temperatura envolvida na secagem é suficiente para favorecer a ocorrência dessas duas reações químicas. A Oxidação do ácido ascórbico é favorecida pela presença de oxigênio, valores de pH em torno de 4,0, de atividade de água inferiores a 0,75 e temperaturas que variam de 30 °C a 50 °C. Oxidação de polifenóis ocorre em atividade de água inferior a 0,85 e temperaturas que variam de 10 °C a 80 °C (FENNEMA, 2000).

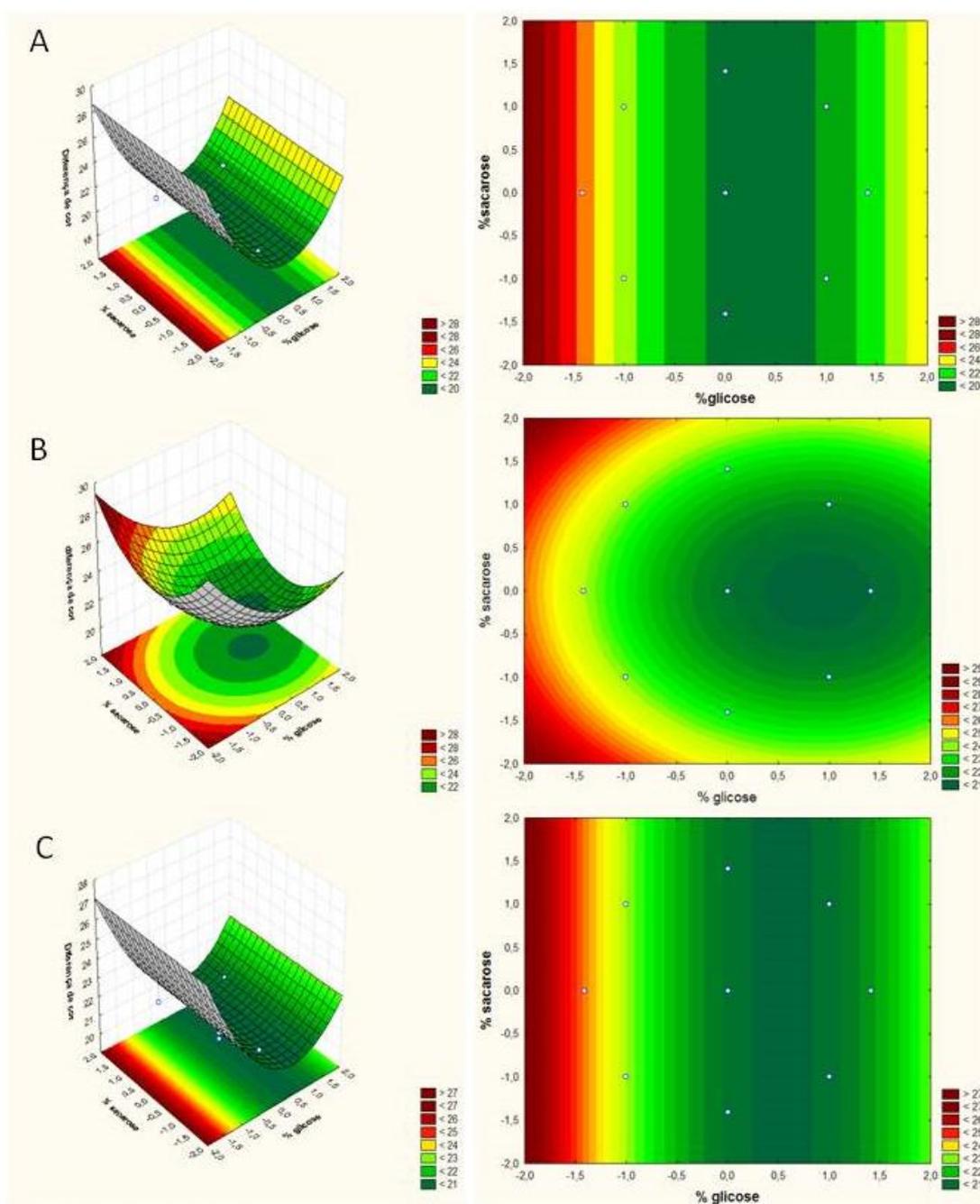


Figura 6. Superfície de resposta e curvas de contorno em função das porcentagens de Glicose e Sacarose para diferença de cor dos rolinhos de ciriguela dos genótipos IPA-1 (A) IPA-3 (B) e IPA-9 (C).

TEXTURA

Analisando a Tabela 10 e as figuras 7A, B e C pode-se verificar que a variável que mais influenciou foi o xarope de glicose nos três genótipos. O termo linear foi negativo, ou seja, quanto maior a glicose menor a textura, isso significa uma textura mais macia, salientando que estes ensaios possuem

menor teor de carotenóides (Tabela 3). É preferível optar por um produto com um teor reduzido de carotenóides, mas que será aceito, a ter um produto rico neste fitoquímico, porém com rejeição pelos consumidores.

Os estudos de Sabbe; Verbeke; Van Damme (2009b) mostraram que é improvável que um alimento seja aceito se os consumidores não gostam do sabor, mesmo que possa se destacar em termos de valor nutritivo ou benefícios à saúde. Bower; Saadat; Whitten (2003) e Verbeke (2005) afirmam que este fato muda quando o consumidor tem algum problema de saúde sério, passando a consumir mais produtos com apelo nutricional.

Tabela 10. Efeitos das variáveis independentes para textura do rolinho de Ciriguela dos três genótipos.

Coeficientes %	Textura		
	IPA 1	IPA 3	IPA 9
Média	8,350	8,410	8,920
1(L)	-2,821	-3,330	-2,942
1(Q)	-1,475	-1,257	-2,031
2(L)	-0,907	-0,816	NS
2(Q)	1,165	-0,810	NS
1*2	-0,325	NS	NS
R²	0,998	0,997	0,842

1 = % xarope de glicose; 2 = % sacarose; L = linear; Q = quadrática; NS=não significativo; IPA= Instituto Agrônômico de Pernambuco.

Os genótipos IPA-1 e IPA-3 apresentaram variação explicada pelo modelo de 99,80% e 99,70%, respectivamente. Embora o genótipo IPA-9 tenha tido uma variação mais baixa de 84,20% em detrimento aos demais genótipos, o modelo foi significativo e preditivo para todos os genótipos (Tabela 11).

Ao estudarem as propriedades físicas, atributos sensoriais e preferência de consumo em couros de pêra, Huang; Hsieh (2005) observaram que além da pectina, o xarope de glicose foi uma das variáveis que influenciou a textura. O couro adicionado de maior proporção de xarope de glicose apresentou um valor menor da dureza, isso quer dizer uma textura mais macia, assim como foi observado neste estudo. Vatthanakul et al., (2009) ao estudarem o

desenvolvimento de produtos de couro de kiwi, observaram que o xarope de glicose teve uma influência positiva, isso quer dizer quanto maior a proporção de xarope de glicose maior era a resistência a tração e mais elástico.

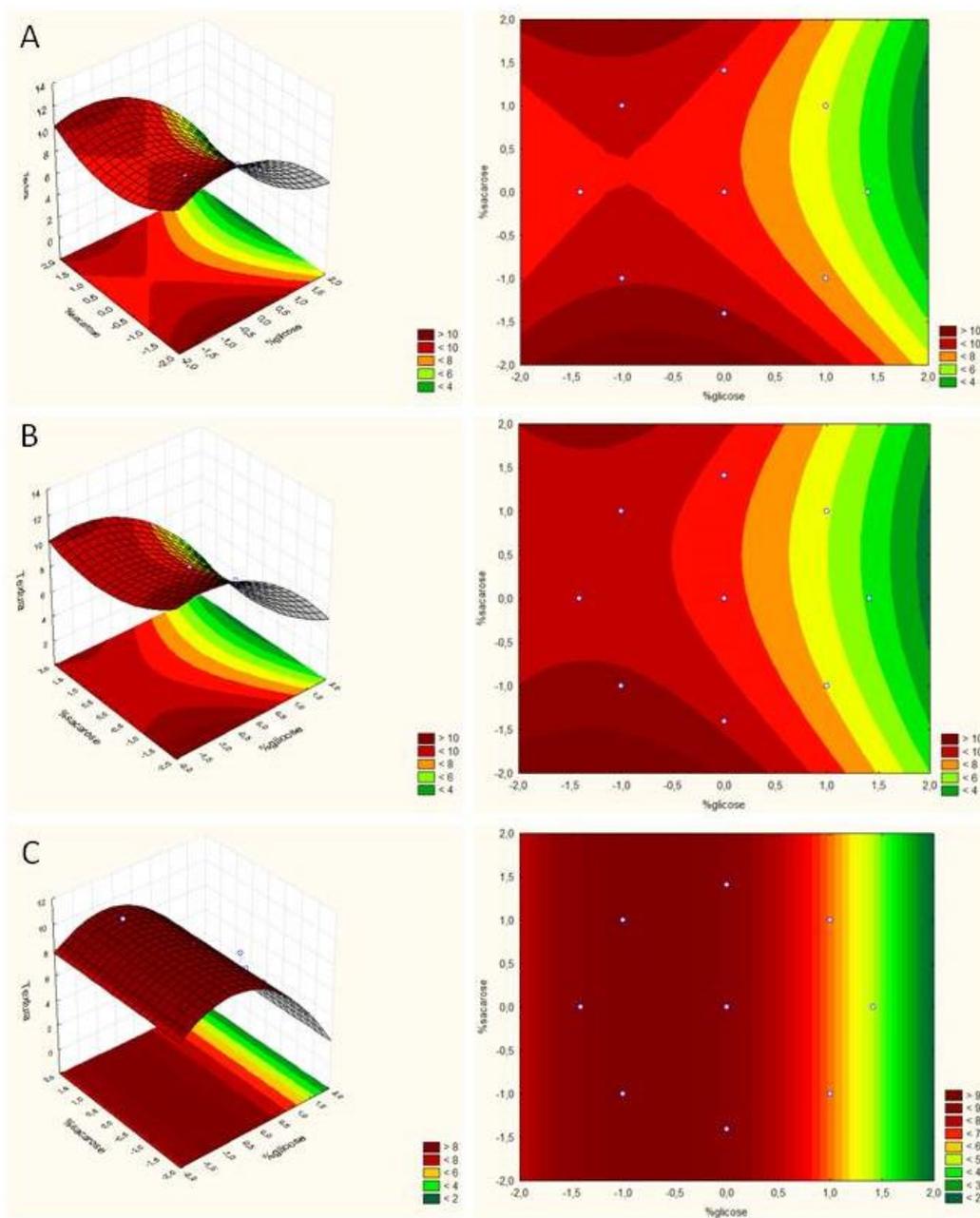


Figura 7. Superfície de resposta e curvas de contomo em função das porcentagens de Glicose e Sacarose para Textura dos rolinhos de ciriguela dos genótipos IPA-1 (A) IPA-3 (B) e IPA-9 (C).

Tabela 11. Análise de Variância do modelo ajustado para textura em rolinhos de ciriguela de genótipos do IPA.

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F calc	F tab
IPA – 1					
Regressão	22,558	5	4,512	902,4	5,05
Resíduo	0,025	5	0,005		
Falta de ajuste	0,020	3	0,007	3,5	19,2
Erro puro	0,005	2	0,002		
Total	22,583	10		R² = 0,998	
IPA – 3					
Regressão	26,572	4	6,643	509,04	4,53
Resíduo	0,0783	6	0,01305		
Falta de ajuste	0,0573	4	0,014	1,27	19,2
Erro puro	0,021	2	0,011		
Total		10		R² = 0,997	
IPA – 9					
Regressão	23,568	2	11,784	13,24	4,46
Resíduo	7,123	8	0,890		
Falta de ajuste	6,958	6	1,160	14,06	19,3
Erro puro	0,165	2	0,0825		
Total				R² = 0,842	

SQ = soma quadrática; GL = grau de liberdade; MQ = Média quadrática; F_{calculado} = distribuição dos valores de F calculado (p<0,05); *Valores tabelados de F a p<0,05; NS: Não significativos (p>0,05). IPA= Instituto Agrônômico de Pernambuco.

A baixa atividade de água foi o parâmetro que prejudicou a textura do produto, da mesma forma observado por Azeredo et al. (2006) em couros de manga, com textura de 10,72 kgf, valor semelhante aos ensaios 3 e 7 deste experimento. Eles ressaltam que os painelistas consideraram as amostras com uma textura muito firme, além do ideal.

A adição do açúcar reduzirá a atividade de água proporcionando uma taxa de secagem maior o que poderá afetar a textura, fato observado por Okilya; Mukisa; Kaaya (2010), por isso foi associada o xarope de glicose que tem propriedades que permitem uma textura mais maléavel.

Diante dos resultados foi selecionado os ensaios 2, 4 e 6, para serem submetidos à análise sensorial, por apresentarem baixa umidade e textura macia.

5.4 CONCLUSÕES

O tempo de secagem de seis horas é suficiente para todas as formulações de rolinhos atingirem umidade abaixo de 20%.

O planejamento experimental indicou que a variável que mais influenciou foi a concentração do xarope de glicose. Quanto maior a quantidade de xarope de glicose maior a atividade de água, menor a umidade, bem como o teor de carotenóides, diferença de cor e textura, para todos os genótipos de ciriguela (IPA-1, IPA-3 e IPA-9).

Todos os ensaios apresentaram Aa abaixo de 0,60, mínimo necessário para não haver crescimento de bactérias. Assim, os produtos estão microbiologicamente estáveis.

A umidade também foi influenciada pela concentração da sacarose nos três genótipos, com o mesmo comportamento em relação ao xarope de glicose.

As formulações escolhidas foram os Ensaios 2 (25,6% glicose + 1,5% sacarose), 4 (25,6% glicose + 8,5% sacarose) e 6 (30% glicose + 5% sacarose) por apresentarem baixa umidade e textura macia.

Os resultados obtidos mostram que há boa perspectiva para utilização da produção de ciriguela no desenvolvimento do rolinho de fruta, ampliando as perspectivas econômicas relacionadas aos pequenos produtores. Além disso, disponibilizando o consumo deste fruto no período de entressafra.

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC - ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 17 ed., Washington, DC: Association Official Analytical Chemists, v.1. 2000.

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.

BABALOLA, S. O.; ASHAYE, O. A.; BABALOLA, A. O.; AINA, J. O. Effect of cold temperature storage on the quality attributes of pawpaw and guava leathers. **African Journal of Biotechnology**. v. 1 (2), p. 61–63, 2002.

BARBOSA-CÁNOVAS; VEGA-MERCADO, **Deshidratación de Alimentos**. Ed. Acribia, Zaragoza, 2000, 297p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução n. 12 do CNNPA**. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, 1978. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov>>. Acesso em: 4 dez. 2010.

CHE MAN, Y.B.; SIN, K.K. Processing and Consumer Acceptance of Fruit Leather from the Unfertilised Floral Parts of Jackfruit. **Journal Science Food Agricultural**, v. 75, 102-108,1997.

EKANAYAKE, S.; BANDARA, L. Development of banana fruit leather. **Annals of the Sri Lanka Department of Agriculture**, v. 4, p. 353-358, 2002.

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 1258 p.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9ª ed. São Paulo: Atheneu, 2002. 307p.

FILGUEIRAS, H.A.C. Geração de técnicas de conservação pós-colheita para valorização do cultivo de cajá e ciriguela no estado do ceará. **EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL**, Relatório técnico. Ceará. 2001, 47p.

GUJRAL, H.S.; KHANNA, G. Effect of skim milk powder, soy protein concentrate and sucrose on the dehydration behaviour, texture, color and acceptability of mango leather. **Journal of Food Engineering**, v. 55, p. 343–348, 2002.

HUANG, X.; HSIEH, F.H. Physical Properties, Sensory Attributes, and Consumer Preference of Pear Fruit Leather. **Journal Of Food Science**, v. 70, n. 3, 2005.

IRWANDI, J.; CHE MAN, Y.B.; YUSOF, S.; JINAP, S.; SUGISAWA, H. Effects of type of packaging materials on physicochemical, microbiological and sensory

characteristics of durian fruit leather during storage. **Journal Science Food Agriculture**, v.76, p.427-434, 1998.

MASKAN, A.; KAYA, S.; MASKAN, M. Hot air and sun drying of grape leather (pestil). **Journal of Food Engineering**, v. 54, pg 81–88, 2002.

McGUIRE, R. G. Reporting of Objective Color Measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 12, 1254- 1255, 1992 .

OKILYA, S.; MUKISA, I. M.; KAAAYA, A.N. Effect of solar drying on the quality and acceptability of jackfruit leather. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry**, v. 9, n.1, p. 101 – 111, 2010.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A.F. **Planejamento de Experimentos e Otimização de Processos**. 2ª. Edição-revisada e ampliada; Editora Cáritas. Campinas – SP, 2009. 358p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. ILSI Press: Washington-US. 2001. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B., KIMURA, M., GODOY, H.G., AMAYA-FARFAN, J. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.21, p.445– 463, 2008.

RÜCKOLD, S.; GROBECKER, K. H.; ISENGARD, H.-D. Water as a source of errors in reference materials. Fresenius' **Journal of Analytical Chemistry**, 370, 189–193, 2001.

SANTOS, C. N. P. dos. **Elaboração de um estruturado de polpa de manga (*Mangifera indica* L. cv *Tommy Atkins*) parcialmente desidratada por osmose**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas: [s/n], 2003. 97p.

COMPUTER PROGRAM MANUAL. Tulsa: Statsoft, (Statsoft Statistica for Windows 6.0), 1997.

SOUSA, P. H. M.; SOUZA FILHO, M. de S. M.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA NETO, M. A.; CARVALHO, J. M. Avaliação das curvas de secagem e da alteração de cor e textura da banana processada por desidratação osmótica seguida de secagem. **Revista Ciência Agronômica**, v. 34, n.2, 179 – 185p. 2003.

TACO, **Tabela brasileira de composição de alimentos/ NEPA-UNICAMP**. Versão II. 2ª. edição. Campinas, SP, 2006. 113p.

TONON, R. V.; BARONI, A. F. e HUBINGER, M. D. Estudo da desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias pela metodologia de superfície de resposta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26 n.3, p. 715-723, 2006.

VATTHANAKUL, S., JANGCHUD, A., JANGCHUD, K., THERDTHAI N., WILKINSON. B. Gold kiwifruit leather product development using Quality function deployment approach. **Food Quality and Preference**, v. 21, n.3, p. 339-345, 2009.

VIJAYANAND, P.; YADAV, A. R.; BALASUBRAMANYAM, N.; NARASIMHAM, P. Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie**, v.33, n. 2, p.132-137, 2000.

6. ARTIGO 2 – PERCEPÇÃO DO PROVÁVEL CONSUMIDOR DE ROLINHOS DE CIRIGUELA E SUAS PROPRIEDADES FÍSICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E QUÍMICAS

RESUMO

Conhecer o público alvo de um novo produto é primordial para o sucesso do produto e é através da pesquisa de consumo que se conhece o que os consumidores desejam em termos de gostos e facilidades. Por meio da análise sensorial consegue-se ter uma idéia da aceitabilidade e a qualidade dos alimentos. Este trabalho objetivou realização de uma pesquisa de consumo em relação a produtos de fruta desidratados, avaliação da aceitação e intenção de compra de rolinhos de ciriguela e a caracterização das propriedades físicas, químicas e microbiológicas do rolinho mais aceito. Pesquisa de consumo foi realizada através de um questionário em uma rede de lojas que comercializa produtos de fruta desidratadas. Realizou-se também teste afetivo com 55 provadores não treinados, que por meio de escala hedônica de sete pontos indicaram o quanto gostaram ou não em relação aos atributos de qualidade. A intenção de compra foi avaliada utilizando-se escala hedônica de cinco pontos. Determinações físicas, químicas e microbiológicas foram realizadas no rolinho de ciriguela mais aceito. A maioria das pessoas entrevistadas apresentou um nível de educação acima do nível médio completo, com faixa etária de 23 a 49 anos e renda de 2 a 5 salários mínimos, 96% afirmaram conhecer frutas desidratadas, 65% as consumiam por considerarem alimento saudável, gostoso, prático e nutritivo. Nenhum dos entrevistados conhecia o rolinho de fruta, porém 80% afirmaram que consumiriam este produto. A formulação F3 (30% de xarope de glicose + 5% de sacarose) apresentou as maiores médias no teste de aceitação e intenção de compra. Este rolinho de ciriguela teve 62,4mg/100g de ácido ascórbico e alto valor calórico, sendo um produto saudável e energético. Vale salientar que em relação ao índice de aceitabilidade foi comprovado uma aceitação acima de 70%. Neste cenário percebe-se que o mercado de frutas desidratadas tem um expressivo espaço para desenvolvimento, tanto em termos de produção quanto de consumo.

Palavras-chave: ácido ascórbico; análise sensorial; intenção de compra; pesquisa de consumo; *Spondias purpurea* L..

ABSTRACT

Knowing the target audience of a new product is paramount to the success of the product is through consumer research that we know the tastes and budgets of consumers. It is through sensory analysis that determines the acceptability and quality of food. This work aimed to conduct a consumption research in relation to dried fruit products, evaluation of acceptance and intent to buy the red mombin fruit leather and characterization of the physical, chemical and microbiological properties more accepted leather. Consumption research was conducted through a questionnaire in many stores that sells dried fruit products. There was also affective test with 55 untrained tasters, who through 7-point hedonic scale to indicate how much they liked or not in relation to quality attributes. Intent to buy was assessed using 5-point hedonic scale. Determination physical, chemical and microbiological composition was performed with the red mombin fruit leather more accepted. Most of the group studied showed a level of education above the high school completed, aged 23 to 49 years old and income from 2 to 5 minimum wages, 96% interviewed said they knew dehydrated fruits, 65% consumed consider healthy food, tasty, convenient and nutritious product. None of those interviewed knew the red mombin fruit leather, but 80% of these said they consume this product. The test 3 (30% glucose syrup + 5% sucrose) presented the highest means of acceptance and intent to buy. The red mombin fruit leather presented 62,4mg/100g ascorbic acid and high calorie, making it a healthy product and energy. It is noteworthy that compared with the index of acceptability was confirmed acceptance above 70%. In this scene it is clear that the market for dried fruit is a significant space for development, both in terms of production and consumption.

Keywords: ascorbic acid; consumer research; intent to buy; sensory analysis; *spondias purpurea* L..

6.1 INTRODUÇÃO

O Brasil, devido às suas dimensões continentais, reúne uma enorme diversidade florística, que se encontra difundida pelos mais diferentes ecossistemas. Dentre as categorias existentes, as espécies frutíferas destacam-se pelo elevado valor econômico, tanto no comércio de frutas frescas, como na produção de matérias-primas para a agroindústria. Além disso, muitas dessas frutas são importantes fontes de alimento e de sustento para as populações de baixa renda em várias partes do país (SILVA JÚNIOR; BEZERRA; LEDERMAN, 1998).

O mercado internacional de frutas processadas é significativamente maior do que o de frutas *in natura*. A transformação de produtos perecíveis em produtos processados proporciona ainda, a realização de negociações de comercialização com mais peso na balança comercial (MONTEIRO, 2006). Dentre as deficiências da maioria das cadeias produtivas das frutas tropicais e exóticas está a falta de uma agroindústria integrada, que evitaria em parte as perdas que existem hoje, as quais podem chegar em alguns casos até 30 – 40%.

Na atualidade, a demanda por produtos naturais, saudáveis, saborosos e à base de frutas tem crescido muito (TORREGGIANI; BERTOLO, 2001). Para garantir algum futuro econômico para a cultura da cirigueleira (*Spondia purpurea* L.) os produtores deveriam concentrar-se em produtos com maior valor agregado e não sobre a venda de frutas frescas, principalmente em decorrência das características climáticas apresentadas por este fruto. Como os consumidores estão cada vez mais exigentes e sofisticados, o rolinho ou courinho de frutas é uma opção diferenciada. O rolinho consiste na desidratação de polpa de fruta adicionada ou não de açúcares e/ou outros ingredientes. Couros de frutas são principalmente consumidos como *snacks* (lanches) ou ingredientes em produtos de confeitaria, biscoitos e cereais matinais (IRWANDI et al., 1998) e têm sido frequentemente alvo do mercado de alimentos saudáveis, aparecendo em propagandas como uma alternativa alimentar, nutritiva e prática (VATTHANAKUL et al., 2009).

Os consumidores indicam a estratégia de mercado para melhoria na apresentação do produto a ser adotada pelo setor alimentício e pelos produtores agrícolas. Sabe-se que a satisfação ou não do consumidor pode interferir nas decisões de compra (ANDREUCETTI; FERREIRA; TAVARES, 2005).

A utilização de técnicas modernas de análise sensorial na indústria de alimentos consiste em um meio seguro para caracterizar diferenças e semelhanças entre produtos, otimizar atributos sensoriais de aparência, cor, aroma, sabor e textura, bem como avaliar alterações sensoriais que podem ocorrer ao longo do tempo (MINIM, 2006).

Os métodos afetivos têm como função avaliar a resposta pessoal, aceitação e/ou preferência dos consumidores habituais ou potenciais em relação a um produto ou a uma característica específica deste (MEILGAARD et al., 1991).

Entre os métodos sensoriais disponíveis para se medir a aceitação e preferência dos consumidores com relação a um ou mais produtos, a escala hedônica estruturada de sete ou nove pontos é provavelmente o método afetivo mais utilizado devido à confiabilidade e validade de seus resultados, bem como sua simplicidade em ser utilizada pelos provadores (STONE; SIDEL, 2004).

ABBOT (1999) sugeriu que a combinação de características de um produto deve ser denominado qualidade; a percepção do consumidor e a resposta a estas características, denominado aceitabilidade.

Em estudo preliminar sobre o desenvolvimento de rolinhos de ciriguela utilizando genótipos do Banco Ativo de Germoplasma do Instituto de Pesquisa Agropecuária (IPA) selecionou-se o genótipo IPA-1 devido a falta de matéria-prima dos demais genótipos para desenvolver e caracterizar os rolinhos. As formulações selecionadas IPA-1 foram ensaio 2 (formulação 1 - 25,6% de xarope de glicose + 1,5% de sacarose); ensaio 4 (formulação 2 - 25,6% de xarope de glicose + 8,5% de sacarose) e ensaio 6 (formulação 3 - 30% de xarope de glicose + 5% de sacarose), por apresentarem textura macia e baixa umidade.

Diante do exposto este estudo objetivou primeiramente a realização de uma pesquisa de consumo em relação a produtos de fruta desidratados, e em

seguida a avaliação da aceitação e intenção de compra de rolinhos de ciriguela citados acima, e a caracterização das propriedades físicas, químicas e microbiológicas do rolinho mais aceito.

6.2 METODOLOGIA

MATERIAIS

Para a produção de rolinhos de ciriguela foram utilizados frutos de Cirigueleiras no estágio maduro, do genótipo selecionado IPA – 1, com teor de sólidos solúveis, em torno de 17,8 a 19 °Brix. Os frutos foram colhidos no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de cirigueleira da Estação Experimental de Itambé do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), cujas coordenadas geográficas e climáticas são as seguintes: localizada na Zona da Mata Norte no Município de Itambé – Pernambuco, Brasil, com coordenadas geográficas: 7°24'50"S e 35°06'30"W e altitude de 190 m. O clima é As' (Köppen) - tropical chuvoso (quente e úmido) com verão seco, sua pluviosidade média anual é 1200 mm, a temperatura média anual é 24 °C, com Umidade Relativa do ar a 80%, seu solo é Podzólico vermelho-amarelo.

Utilizou-se xarope de glicose de milho Arcolor (ARCO-ÍRIS BRASIL Ind. Com. Produtos Alimentícios Ltda) e açúcar cristal União adquiridos no comércio da região metropolitana do Recife.

Métodos

O desenvolvimento dos rolinhos de ciriguela foi realizado seguindo-se o fluxograma (Figura 1) e as análises sensorial e físico-químicas foram realizadas nos Laboratórios de Análises Físico-químicas e Sensorial de Alimentos do Departamento de Ciências Domésticas da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Procedimentos

As frutas foram colhidas do genótipo IPA-1 nas primeiras horas da manhã, transportadas em caixas térmicas com gelo até o laboratório de processamento de alimentos da UFRPE. Em seguida foram lavadas, sanitizadas em solução de Dicloroisocianurato de Sódio Dihidratado, teor de Cloro Ativo = 3% por 15 minutos, secadas e mantidas em sacos de polietileno a -18°C até o momento da preparação do rolinho. Para a preparação das três formulações de rolinho de ciriguela, determinadas no primeiro artigo (dados na publicados), as frutas foram descongeladas por 12 horas antes do processamento em temperatura de 5°C e passadas em despoldadeira semi-industrial (Bonina Compacta). As formulações F1(25,6% Glicose + 1,5% Sacarose); F2(25,6% Glicose + 8,5% Sacarose) e F3(30% Glicose + 5% Sacarose) foram preparadas e porções de aproximadamente 60g foram colocadas em formas de alumínio (10x20x1cm) forradas com filme de polietileno e levadas para desidratar em estufa com circulação e renovação de ar Modelo MA 035 (Marconi) à 60°C por 6 horas. Após secagem, as formas foram colocadas em dissecador com sílica-gel, para esfriar por 30 minutos, e em seguida os rolinhos foram moldados e embalados individualmente, em papel celofane e armazenados em potes de vidro de 600 mL protegidos da luz com papel alumínio e mantidos em temperatura ambiente ($21\pm 2^{\circ}\text{C}$) até as análises.



Figura 1. Fluxograma do desenvolvimento de rolinho de Ciriguela.

a) **Aprovação do Comitê de Ética**

Antes da realização dos testes sensoriais, este trabalho passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco com número de Registro CEP/UPE: 267/10 e Registro CAAE: 5474.0.000.097-10 (Anexo 1).

Para cada julgador foi entregue duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), uma para ficar com o mesmo e outra para que fosse assinada e devolvida.

b) Pesquisa de consumo

Foi realizada com 153 prováveis consumidores em uma rede de lojas que comercializavam produtos de fruta desidratadas e outros produtos alimentícios designados como natural, localizadas em diferentes pontos da região metropolitana do Recife. Com o objetivo de avaliar o conhecimento do consumidor em relação a este novo produto realizou-se uma pesquisa quantitativa, mediante a aplicação de um questionário contendo perguntas sócio-econômicas e relacionadas ao consumo de produtos desidratados (Apêndice 1). Determinou-se que cada turno do dia haveria duas pessoas aplicando o questionário aos consumidores que estivessem comprando frutas desidratadas na loja e que quisessem participar da pesquisa.

c) Análise sensorial

O teste afetivo de aceitação foi aplicado a 55 provadores não treinados, de ambos os sexos. Cada provador recebeu três amostras, juntamente com a ficha de avaliação (Apêndice 2). Para cada amostra o julgador deveria avaliar o quanto gostou ou desgostou em relação aos atributos cor, aparência, aroma, sabor, textura e qualidade global utilizando a escala hedônica estruturada de sete pontos (1=desgostei extremamente; 7=gostei extremamente). E para o teste de intenção de compra foi utilizada escala hedônica estruturada de 5 pontos (1=certamente não compraria, 3=talvez compraria ou talvez não compraria e 5=certamente compraria), segundo Stone; Sidel (2004). As amostras foram servidas em placas de Petri, dispostas em bandejas retangulares de poliestireno, identificadas com códigos de três dígitos cada e ordem de apresentação em blocos completos casualizados, acompanhadas de água e bolacha tipo água (Vitarella) para limpeza do palato para ser administrado entre as amostras. O índice de aceitabilidade (IA) de cada atributo foi calculado somando as médias acima de 5 e calculando o percentual de acordo com a quantidade de julgadores (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987).

d) Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas nos rolinhos submetidos à análise sensorial foram realizadas no Laboratório Experimental de Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra (LEAAL), do Departamento de Nutrição (UFPE). Foram investigados Coliformes a 45°C (NMP/g) de acordo com a AOAC, 2005; Método: 966.24) e *Salmonella* SSP/25g (AOAC, 2005; Método: 967.26), de acordo com o estabelecido na Resolução - CNNPA nº 12 (BRASIL, 1978) e na Resolução - RDC nº 12 (BRASIL, 2001).

e) Análises físicas e físico-químicas

As análises foram realizadas na polpa, na formulação e no rolinho de ciriguela. O produto desenvolvido foi caracterizado de acordo com as seguintes determinações:

❖ Sólidos solúveis

A leitura foi realizada com a utilização de refratômetro manual da marca ATAGO, com escala 0° a 67 °Brix a 20 °C. O rolinho foi diluído (1g da amostra) para 2 mL de água destilada.

❖ Acidez Total Titulável

Foi quantificada por método eletrométrico e titulometria com solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH 0,1N) utilizando solução alcoólica de fenolftaleína a 1% como indicador. A titulação foi realizada até o pH atingir \pm 8,2 (referente ao pH de mudança de coloração do indicador fenolftaleína). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico por 100 mL da amostra (A.O.A.C., 2005).

❖ **Razão Sólidos Solúveis /Acidez Total (SS/AT)**

Foi determinada mediante a divisão dos valores encontrados dos sólidos solúveis e da acidez total.

❖ **pH**

Determinado em pHmetro digital da marca Decagon, com eletrodo de vidro, calibrado com tampão 7,0 e 4,0 (A.O.A.C., 2005).

❖ **Ácido ascórbico**

O teor de ácido ascórbico foi determinado por volumetria com titulação da solução 2,6-dicloroindolfenol, expresso em g/100mL (A.O.A.C., 2005)

f) Composição centesimal

Foram determinados o teor de umidade e substâncias voláteis (g/100g); proteínas (g/100g); lipídeos (g/100g) e cinzas (g/100g) de acordo com A.O.A.C, (2002) e carboidratos (g/100g) pelo cálculo de diferença. Foi determinado o valor calórico total – VCT (Kcal/100g) por meio de cálculo, utilizando-se os coeficientes de ATWATER que considera 4kcal/g de proteínas e carboidratos e 9kcal/g para os lipídios (TORRES et al., 2000).

g) Análise estatística

Todas as determinações foram efetuadas em triplicata e os resultados submetidos à análise de variância (Anova) e teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade, utilizando o programa estatístico “SAS for Windows” 6.0.

6.3 Resultados e discussão

6.3.1 Pesquisa de consumo

O público alvo foi composto por 153 adultos, com idade entre 20 e 65 anos, de ambos os sexos, frequentadores de lojas de produtos naturais e shopping (Figura 2). O público predominante foi do sexo feminino e a faixa

etária de 34 a 49 anos seguida por 23 a 33 anos (Figura 2B), totalizando mais de 70% dos entrevistados.

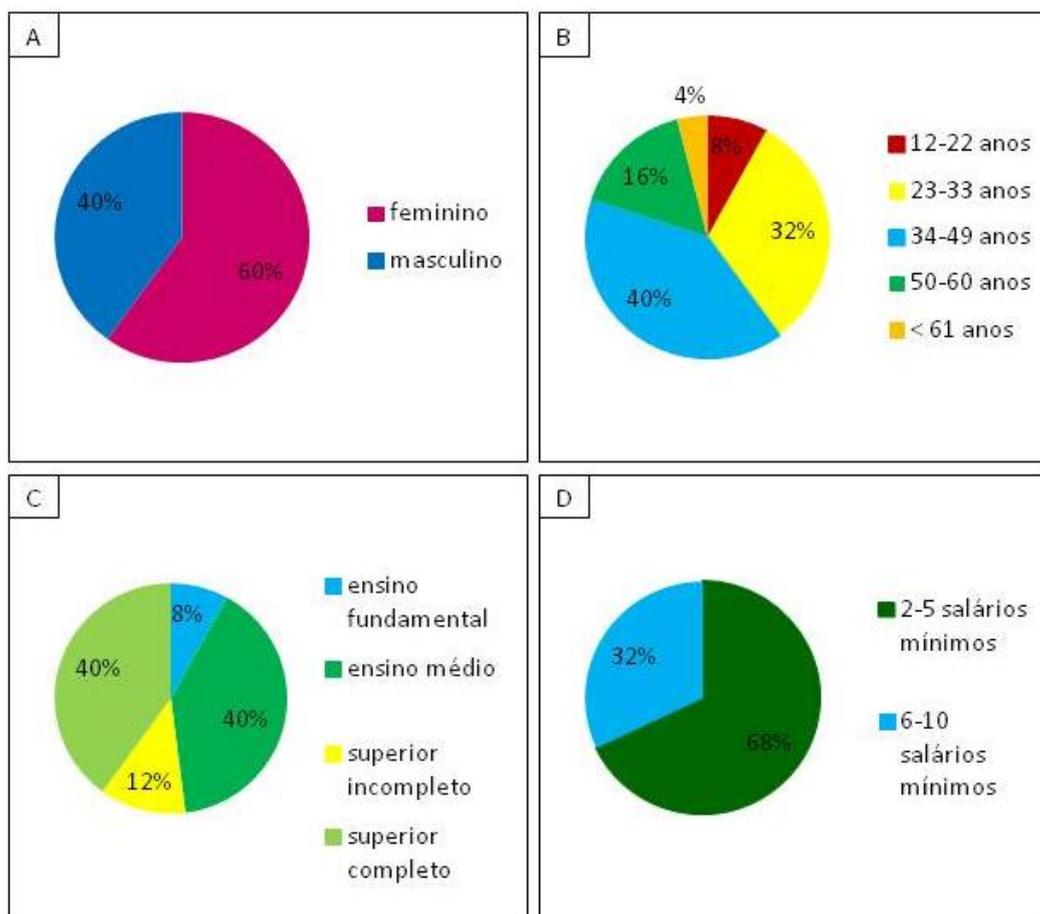


Figura 2. Perfil dos entrevistados segundo pesquisa de consumo. A = sexo; B = faixa etária; C = Escolaridade; D = Faixa salarial familiar.

Quanto à escolaridade 92% dos entrevistados tinham ensino médio ou superior completo (Figura 2C). A faixa salarial familiar predominou em 2 a 5 salários mínimos (Figura 2D).

Em relação ao consumo de frutas frescas, 68% dos entrevistados consumiam todos os dias mais de 1 porção, aqueles que não consumiam, justificaram o não consumo porque algumas frutas eram muito complicadas no seu preparo e que os produtos minimamente processados necessitam de refrigeração. Segundo Sampaio (2001), nos últimos anos tem sido notado nas grandes cidades de países menos desenvolvidos, o aumento do consumo de alimentos transformados e o incremento do número de refeições realizadas fora do domicílio, o que beneficiaria o consumo do rolinho de frutas ou

hortaliças, diminuindo o aumento do consumo de alimentos ricos em sal, gordura, açúcares e aditivos.

Questionados se conheciam frutas secas ou desidratadas e se as consumiam e com que frequência, 96% informaram conhecer e destes 65% consomem, dos 65% que consomem 68% o fazem apenas na época de festas de fim de ano, 32% consomem sempre que podem, mas não é um consumo diário devido ao valor do produto ser mais elevado. Apenas 4% disseram não conhecer e portanto foram eliminados da pesquisa.

Quando perguntados sobre o motivo que os levam a consumir frutas desidratadas, os entrevistados afirmaram que consomem por ser saudável, gostoso, prático, nutritivo e etc. Verbeke (2005) afirma que o sucesso de um novo produto no mercado local e em longo prazo vai depender da aceitação e satisfação do consumidor. Uma boa compreensão dos consumidores às respostas e suas reações em relação aos produtos alimentares que trazem benefícios nutricional e de saúde é um fator chave de sucesso.

Apresentados ao rolinho de fruta embalado e questionados se já conheciam aquele produto e se consumiriam, nenhum dos entrevistados conhecia o produto e destes, 80% responderam que consumiriam o rolinho. Por fim, foi solicitada a opinião dos entrevistados quanto às qualidades exigidas para a elaboração destes rolinhos. Quanto à textura eles expressaram que deveria ser macia e quanto aos atributos de cor, aroma e sabor, sugeriram que o produto deveria ter estas características bem próximas da fruta fresca, quando apresentado os rolinhos embalados, a maioria avaliou a aparência como boa (Figura 3). Vatthanakul et al. (2009) em estudo sobre o desenvolvimento do couro de kiwi afirmam que a aparência é um dos atributos mais importante na determinação da compra de um produto.

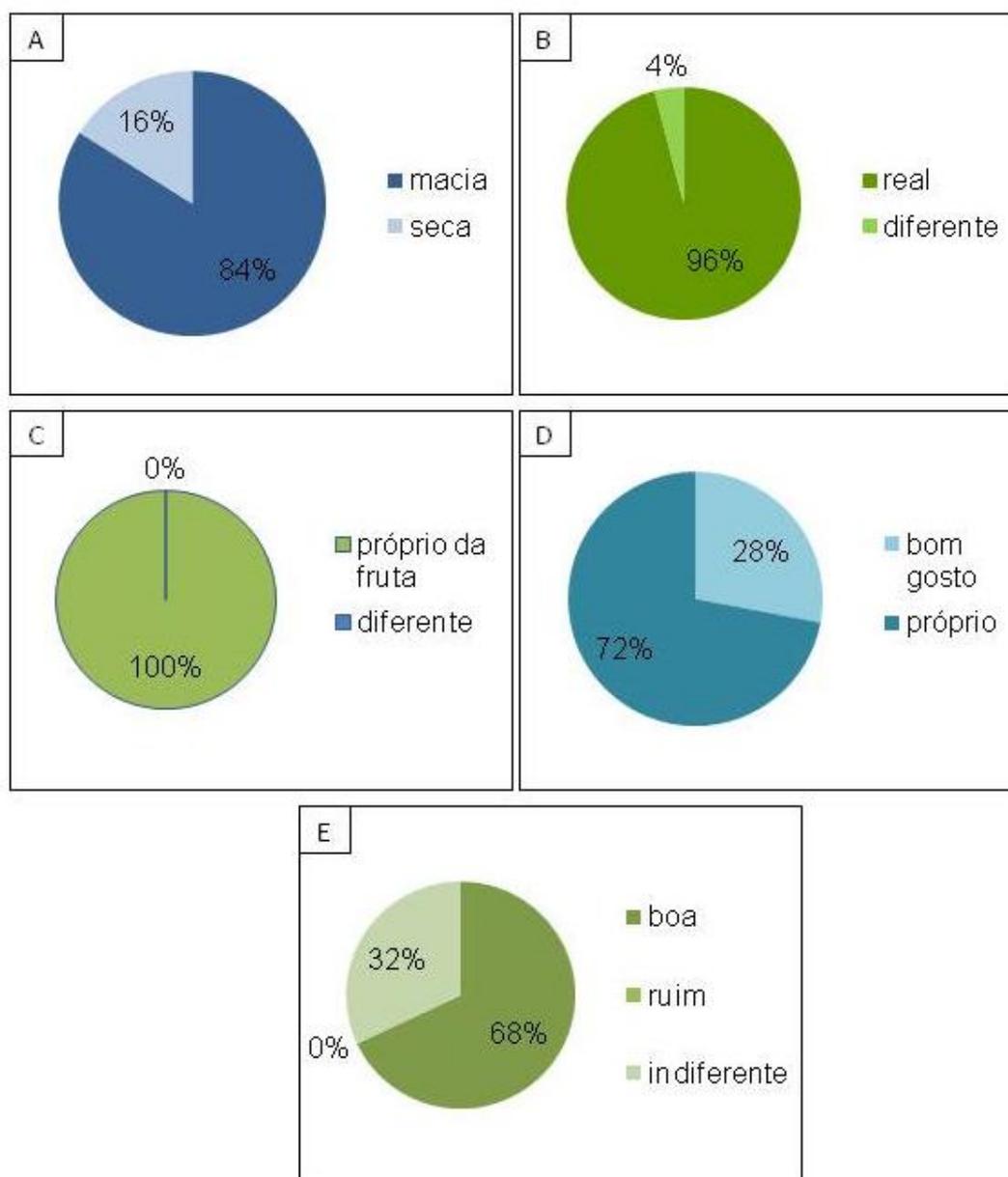


Figura 3. Atributos sensoriais do rolinho de Ciriguela ideal segundo pesquisa de consumo. A = Textura; B = Cor; C = Aroma; D = sabor; E = Aparência.

6.3.2 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas comprovaram (Tabela 1) que o rolinho de ciriguela atende ao item 1c da RDC 12/2001 – ANVISA, quanto aos parâmetros obrigatórios para a amostra. A ausência de *Salmonella* e Coliformes confirmam que os procedimentos sanitários e higiênicos foram corretamente seguidos no desenvolvimento do rolinho.

Tabela 1. Resultados das análises microbiológicas nos rolinhos de ciriguela.

Análises	F1	F2	F3
<i>Salmonella</i> spp/25g	Ausência	Ausência	Ausência
Coliformes a 45 °C (NMP/g)	< 3,0	< 3,0	< 3,0

F1 (25,6% glicose + 1,5% sacarose); F2 (25,6% glicose + 8,5% sacarose) e F3 (30% glicose + 5% sacarose). NMP – número mais provável.

A presença das bactérias do grupo dos coliformes, cujo *habitat* da maioria é o trato intestinal do ser humano e de outros animais homeotermos, indica contaminação de origem ambiental e/ou fecal do produto (MOTTA e BELMONT, 2000).

A enumeração de coliformes totais é utilizada para avaliar as condições higiênicas do produto, pois, quando em alto número, indica contaminação decorrente de falha durante o processamento, limpeza inadequada ou tratamento térmico insuficiente (PARDI et al., 1993).

A ausência de coliformes e *Salmonella* nos rolinhos indicam, segundo a literatura, higiene considerada apropriada dos manipuladores, dos equipamentos e utensílios e a não-ocorrência de contato com o microrganismo após o processamento.

6.3.3 Análise sensorial

Os rolinhos das formulações F1, F2 e F3 apresentaram textura macia, pouca diferença na coloração em relação à cor da polpa *in natura*, e apresentaram baixa umidade, características estas próximas as apontadas na pesquisa de consumo para estes produtos.

Observando a Tabela 2, ao se comparar estatisticamente as médias de cada atributo, verificou-se que não há diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras para cor, aparência e aroma, enquanto que para os atributos sabor, textura e qualidade global apresentaram diferença estatística. Percebe-se que para o rolinho F2 foram atribuídas notas mais baixas em todos os atributos, e que o rolinho da formulação F1 superou o da formulação F3 apenas no atributo aparência e aroma, nos demais atributos este rolinho foi superior, apesar de não haver variação estatística.

Tabela 2. Médias das notas obtidas na análise de aceitação de rolinhos de Ciriguela.

Atributos/ Formulações	F1	F2	F3
COR	5,86a	5,78a	5,88a
APARÊNCIA	5,66a	5,50a	5,62a
AROMA	4,44a	4,30a	4,24a
SABOR	5,08a	4,22b	5,22a
TEXTURA	5,22a	4,84b	5,46a
QUALIDADE GLOBAL	5,42a	4,84b	5,46a

F1 (25,6% glicose + 1,5% sacarose); F2 (25,6% glicose + 8,5% sacarose) e F3 (30% glicose + 5% sacarose). * letras diferentes na linha diferem estatisticamente.

As Médias de Intenção de compra apresentaram diferença estatística entre a formulação F2 com média de 3,06(b) em relação às outras duas formulações F1 e F3, sendo a F3 superior a F1, apresentando médias de 4,02(a) e 3,88(a), respectivamente. Essas notas representam o índice provavelmente compraria, já a nota da formulação F2 é representada na escala do talvez compraria/talvez não compraria (Figura 4).

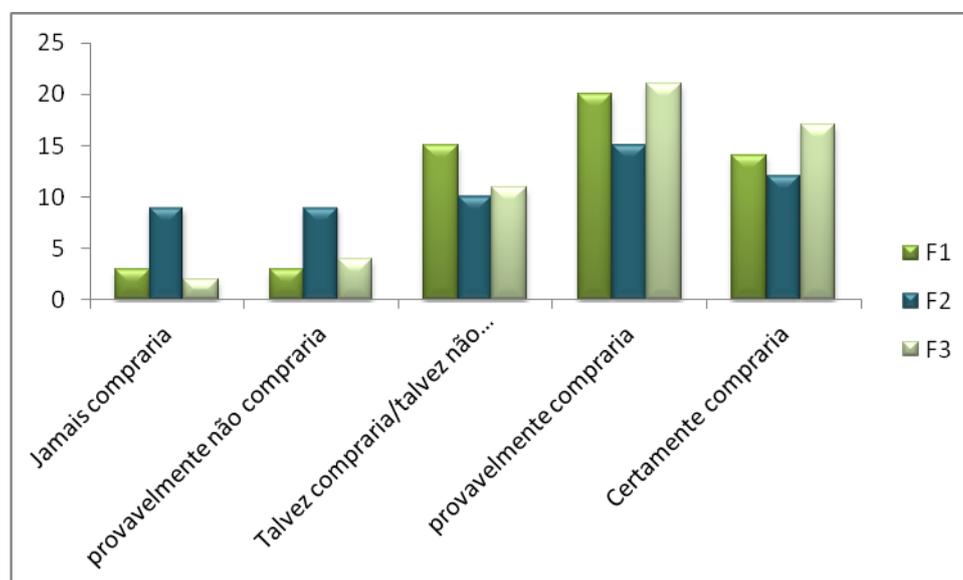


Figura 4. Frequência das notas para Intenção de compra dos rolinhos de Ciriguela.

Observando a Figura 5 verifica-se que a F3 foi a que obteve maior índice intenção de compra com 74%, seguido da formulação F1 e F2, com 66 e 44%, respectivamente.

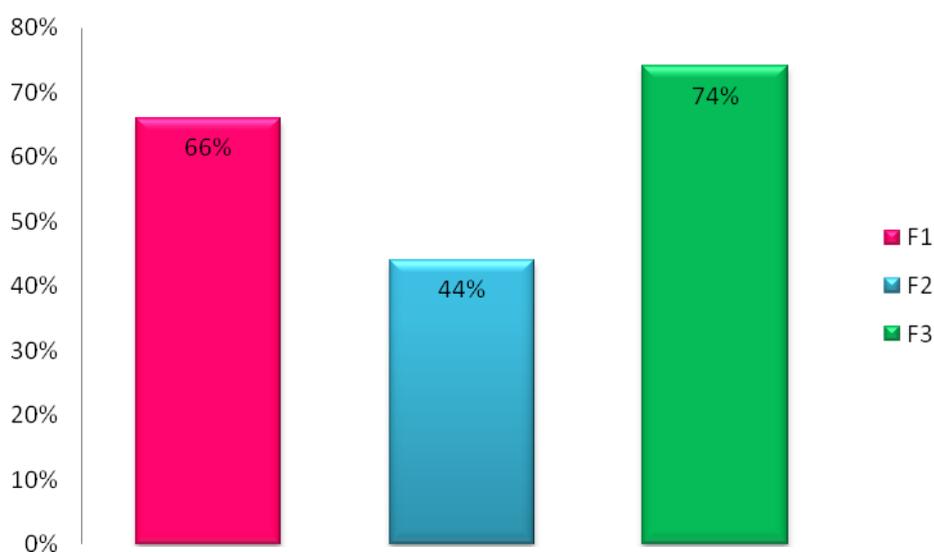


Figura 5. Percentagem da intenção de compra dos rolinhos de Ciriguela.

Para o índice de aceitabilidade (IA) foram consideradas as notas acima de 5 da escala hedônica, sendo calculado para cada um dos atributos avaliados (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987). Os rolinhos que apresentaram IA igual ou superior a 70% foram considerados aceitos (Tabela 3).

Ao se desenvolver um novo produto, um dos pontos fundamentais é analisar sua aceitabilidade, a fim de prever seu comportamento frente ao mercado consumidor (MOSCATTO; PRUDÊNCIO-FERREIRA; HAULY, 2004). Observando a Tabela 3 podemos afirmar que quanto aos atributos cor e aparência, as três formulações obtiveram índices de aceitabilidade acima de 82%, sendo estes atributos importantes para a aceitação de um produto.

Tabela 3. Índice de aceitabilidade(%) dos rolinhos de ciriguela

Atributos	F1	F2	F3
COR	94	88	92
APARÊNCIA	86	82	84
AROMA	38	34	44
SABOR	74	54	76
TEXTURA	76	46	76
QUALIDADE GLOBAL	82	66	84

F1 (25,6% glicose + 1,5% sacarose); F2 (25,6% glicose + 8,5% sacarose) e F3 (30% glicose + 5% sacarose).

Quanto ao atributo aroma a aceitação foi inferior a 50%, fato ocorrido provavelmente devido às perdas dos compostos voláteis durante a desidratação. Quanto ao sabor, outro atributo muito importante para a aceitação de um produto, as formulações F1 e F3 obtiveram uma aceitação de 74% e 76%, respectivamente. A formulação F2 obteve aceitação de 54%, que a caracteriza como não aceita. Nas formulações F1 e F3 em relação a textura exibiram aceitação de 76%, diferente da formulação F2 com apenas 46%. Por último a qualidade global de F1 e F3 foram de 82% e 84%, respectivamente e a F2 de 66%.

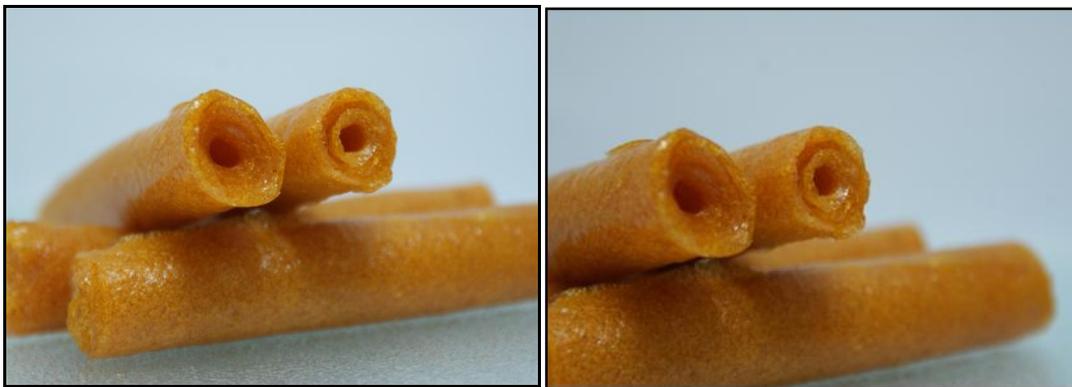


Figura 6. Rolinhos de ciriguela da formulação F3 (30% de xarope de glicose + 5% de sacarose).

Os atributos mais importantes para um produto ser bem sucedido no mercado, segundo Vatthanakul et al.(2009) são valor nutritivo, sabor, textura e aparência, nesses três últimos atributos as formulações F1 e F3 obtiveram aceitação acima de 75% dos julgadores (Tabela 3). Deste modo, mesmo não havendo diferença significativa entre as formulações F1 e F3, considerou-se a F3 (Figura 6) como a mais aceita para realização da caracterização do produto, devido as suas médias serem superiores, da mesma forma Huang; Hsieh (2005) ao estudarem as propriedades físicas, atributos sensoriais e preferência de consumo de couro de pêra, selecionaram como a melhor formulação a que obteve maior média, mesmo não havendo diferença significativa e por apenas está formulação ter apresentado intenção de compra superior a 70% (Figura 5).

6.3.4 Análises Físico-químicas

O Rolinho da F3 juntamente com a polpa e a formulação foram submetidos as análises físico-químicas (Tabela 4), pode-se observar que o pH da polpa, da formulação e do rolinho não apresentou diferença estatísticas significativa. Souza Filho et al. (2002) avaliando néctares de ciriguela encontraram pH de 3,1, valor muito próximo ao encontrado nesta pesquisa (3,3); e inferior ao encontrado por Filgueiras (2001), pH de 3,45, ao pesquisar a conservação pós-colheita para valorização do cultivo de cajá e ciriguela. Pereira et al. (2003) avaliando a vida de prateleira de goiabas minimamente processadas e osmoticamente desidratadas observaram que, o pH não diferiu muito entre a goiaba *in natura* e a processada.

Tabela 4. Análise físico-química da polpa, formulação e do rolinho de Ciriguela Formulação F3 do IPA -1.

	pH	SS (°Brix)	AT (% de ácido cítrico em 100mL)	Razão (SS/AT)	AA (mg/100g)
Polpa	3,3a	19c	0,45b	42,22c	32,88b
Formulação F3	3,32a	34b	0,39c	87,17a	27,53b
Rolinho F3	3,27a	40a	0,75a	53,33b	62,4a

F3 = 30% glicose + 5% sacarose. *letras diferentes na vertical diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, $p > 0,05$.

Em relação a acidez, a polpa de ciriguela apresentou valor um pouco abaixo (Tabela 4) do encontrado por Martins et al. (2003) ao estudar a fisiologia dos dano pelo frio neste fruto (0,55% em ácido cítrico) e do encontrado por Filgueiras (2001) que foi de 0,63 % em ácido cítrico. A acidez na formulação foi menor do que a da polpa devido à adição dos açúcares reduzindo a proporção de polpa. No produto desidratado houve um aumento da acidez, estatisticamente significativa entre as amostras, isso ocorre devido a evaporação da água e concentração dos ácidos, fato este observado também por Morita et al. (2005) no seu estudo com melões cristalizados.

Os sólidos solúveis para polpa foram de 19° Brix, valor próximo a este foi encontrado por Filgueiras (2001) que apresentou valores de SS entre 18,6 e 21,25° Brix e Lira Júnior et al. (2010) ao avaliarem a produção e características físico-químicas de clones de ciriguela, apresentando o valor de 19,40° Brix. Martins; Melo (2008) quando caracterizaram a porção comestível da ciriguela e Souza Filho et al. (2002) estudando néctar de frutas nativas entre elas, a ciriguela, encontraram valores inferiores de SS (16,90; 13,90° Brix), respectivamente. A formulação e o rolinho apresentaram valores superiores (Tabela 4) fato este esperado e ocorrido devido à adição dos açúcares na formulação e concentração destes nos rolinhos.

Em relação a razão SS/AT pode-se observar na Tabela 4 que houve diferença estatística, sendo o maior valor para a formulação o que indica que este teve um sabor mais agradável do que o rolinho, fato ocorrido devido o aumento da acidez e a pequena diferença nos Sólidos solúveis. A razão representa o equilíbrio doce/ácido da fruta, sendo de importância fundamental na formação do sabor. O valor aumenta em função do aumento dos sólidos solúveis e da diminuição da acidez. As variações nos valores de sólidos solúveis e acidez não são perceptíveis sensorialmente, desde que não ocorra alteração da relação entre eles (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O teor de ácido ascórbico determinado na polpa foi mais elevado do que os valores apresentados por Souza filho et al. (2002) estudando néctar de ciriguela, com teor de 13,38 mg/100g e muito próximo aos valores encontrados por Filgueiras et al. (2001) de 33,21 mg/100g para frutos amarelos e 34,01 mg/100g para frutos vermelhos. Estas variações na acidez, nos sólidos solúveis e nos teores de ácido ascórbico podem ser justificadas pela influência do tipo de solo, forma de cultivo, condições climáticas, procedimentos agrícolas para colheita e armazenamento conforme Chitarra; Chitarra (2005).

O aumento no teor de ácido ascórbico dos rolinhos em relação a polpa *in natura*, ocorreu devido a evaporação da água e concentração dos ácidos. Sabe-se que o ácido ascórbico é extremamente sensível ao calor, luz e ao oxigênio, mas de acordo com Damodaran; Parkin; Fennema (2010) a estabilidade do ácido ascórbico depende da composição dos alimentos, além das condições de armazenamento. Sendo assim, a taxa de degradação de AA

determinada para um tipo de alimento pode não vir a ser utilizada para prever a cinética de degradação de AA em outro sistema alimentar, mesmo que existam apenas diferenças sutis na composição dos alimentos.

6.3.5 Composição Centesimal

Na Tabela 5 pode-se observar a composição centesimal do rolinho de ciriguela. De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2006) a ciriguela contém 1,4g de proteínas a cada 100 gramas e Ramírez-Hernández et al. (2008), registraram em média os valores de 1,18 g/100g, o valor de proteínas para o rolinho se encontra entre esses dois registros.

Tabela 5. Composição centesimal do rolinho de ciriguela do F6 do IPA-1.

	Umidade (%)	Proteínas (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Carboidratos (g/100g)	V.C.T (Kcal/100g)
Rolinho	14,89	1,24	0,21	1,47	83	338,85

F6 = 30% glicose + 5% sacarose.

A quantidade de lipídeos encontrada no rolinho foi bastante reduzida 0,21g, esse valor é ligeiramente inferior ao encontrado pela TACO (2006) para o fruto (0,4g/100g). A ciriguela, assim como a maioria das frutas, apresenta baixas concentrações de proteínas e lipídeos.

Os conteúdos de cinzas assemelharam-se aos encontrados na literatura para barras de cereais, cujos valores em g.100g foram 1,13 (BRITO et al. 2004); 1,40 a 1,61 (DUTCOSKY et al. 2005). O principal constituinte dos rolinhos são os carboidratos, que de acordo com a Taco (2006) e Reis, Arruda e Oliveira, (2007) em frutos da região do nordeste brasileiro apresentam o valor para este constituinte entre 18,9g/100g e 22g/100g de fruto. No produto finalizado, rolinho, a quantidade de carboidrato quantificada foi de 83g/100g, este valor é em decorrência da adição de 30% do xarope de glicose e 5% da sacarose na polpa, além da concentração dos constituintes devido a

desidratação. Quanto ao valor calórico total, a Taco (2006) apresentou o valor de 76 kcal para 100g de ciriguela, e encontramos no rolinho 338,85 kcal/100g, esse valor representa 4 vezes mais o da polpa, se compararmos esse valor em 25g de produto teremos 84,71kcal em um rolinho, valor muito próximo as barrinhas de cereais e/ou frutas comerciais que varia entre 78 a 130 kcal em 25g.

Bueno (2005) estudando barras de cereais com semente tostada e nêpera seca, obteve valor energético de 323 kcal/100g e Dutcosky et al. (2005) encontraram valores entre 291,24 a 364,36 kcal.100g, valores muito próximos aos encontrados neste trabalho.

Che Man; Irwandi (1996) ao estudarem couros de durião (fruto tropical asiático), avaliaram suas propriedades físico-químicas, microbiológicas, sensoriais e a estabilidade de estocagem. O valor calórico encontrado neste couro foi de 431 a 473Kcal/100g, valor bem superior ao encontrado no rolinho de ciriguela.

6.4 CONCLUSÃO

A maioria das pessoas entrevistadas apresentou um nível de educação acima do nível médio completo, com faixa etária de 23 a 49 anos e renda de 2 a 5 salários mínimos, 96% afirmaram conhecer frutas desidratadas, 65% as consumiam por considerarem alimento saudável, gostoso, prático e nutritivo. Nenhum dos entrevistados conhecia o rolinho de fruta, porém 80% afirmaram que consumiriam este produto.

Com a falta de matéria-prima dos demais genótipos foi escolhido o IPA – 1 para desenvolver e caracterizar os rolinhos para a análise sensorial, microbiológica, físico-química e química.

A formulação F3 (30% de xarope de glicose + 5% de sacarose) apresentou as maiores médias no teste de aceitação e intenção de compra. Este rolinho de ciriguela teve 62,4mg/100g de ácido ascórbico e alto valor calórico, sendo um produto saudável e energético. Vale salientar que 74% dos

juízes afirmaram que provavelmente compraria este produto. Em relação ao índice de aceitabilidade foi comprovado uma aceitação acima de 70%.

Diante desse panorama percebe-se que o mercado de frutas desidratadas tem um expressivo espaço para desenvolvimento, tanto em termos de produção quanto de consumo.

6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16th ed. Gaithersburg: AOAC international, 2005.

ANDREUCCETTI, C.; FERREIRA, M. D.; TAVARES, M. Perfil dos consumidores de tomate de mesa em supermercados da região de Campinas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 148-153, 2005.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Resolução CNNPA n.12 de 24 de julho de 1978. Aprova: Normas Técnicas Especiais, do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro. **Diário Oficial da União**, Brasília, p.1-75, 24 de julho de 1978.

BRITO I.P., CAMPOS J.M., SOUSA T.F.L., WAKIYAMA C., AZEREDO G.A. Elaboração e avaliação global de barras de cereais caseira. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**. v.22, n.1, p.35-50, 2004.

BUENO R.O.G. Características **de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera**. [dissertação]. Setor de Tecnologia: Universidade Federal do Paraná; 2005.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CHE MAN, Y. B.; IRWANDI. Durian leather: development, properties and storage stability. *Journal of Food Quality*, v. 19, p.479-489, 1996.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4^a ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, 900p.

DUTCOSKY, S.D.; GROSSMAN, M.V.E.; SILVA, R.S.S.F.; WELSCH, A.K. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. **Food chemistry**. Article in press. 1-9, 2005.

FILGUEIRAS, H.A.C. Geração de técnicas de conservação pós-colheita para valorização do cultivo de cajá e ciriguela no estado do ceará. **EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL**, Relatório técnico. Ceará. 2001, 47p.

HUANG, X.; HSIEH, F. Physical properties, sensory attributes and consumer preference of pear fruit leather. **Journal Food Science**, v.70, p.177-180, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: Métodos Físico-Químicos para a Análise de Alimentos**. 4. ed., 1º ed. Digital. São Paulo, 2008.1020p.

IRWANDI, J.; CHE MAN, Y.B.; YUSOF, S.; JINAP, S.; SUGISAWA, H. Effects of type of packaging materials on physicochemical, microbiological and sensory characteristics of durian fruit leather during storage. **Journal Science Food Agriculture**. v. 76, p.427-434, 1998.

LIRA JÚNIOR, J.S.; BEZERRA, J.E.F; LEDERMAN, I.E.; MOURA, R.J.M. Produção e características físico-químicas de clones de ciriguela na Zona da Mata Norte de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.1, p.43-48, 2010.

MARTINS, L. P.; SILVA, S. M.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H.A.C. Fisiologia do dano pelo frio em ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 23-26, 2003.

MARTINS, S. T.; MELO, B. **Spondias: cajá e outras**. 2006. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 17. 01. 2009>.

MARTINS, S.T.; MELO, B. **Spondias**. 2008. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/>. Acessado em: 15/03/2009.

MEILGAARD, M; CIVILLE G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1991, 394 p.

MINIM, V.P.R. Análise Sensorial: Estudos com Consumidores. Ed.UFV. Viçosa, 2006, 225p.

MONTEIRO, S. Fruta para beber. **Revista Frutas e Derivados**. 2006. Disponível em: < http://www.ibraf.org.br/x_files/revista01.pdf > Acessado em: 10 abr. 2011.

MORITA A. S.; GOIS, V. A.; PRAÇA, E. F.; TAVARES, J. C.; ANDRADE, J. C.; COSTA, F. B.; BARROS Júnior, A. P.; SOUSA, A. H. Cristalização de melão pelo processo lento de açucaramento. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.705-708, 2005.

MOSCATTO, J.A.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S.H.; HAULY, M.C.O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n.4, p. 634-640, 2004.

MOTTA, M. R. A.; BELMONT, M. A. Avaliação microbiológica de amostras de carne moída comercializada em supermercados da região Oeste de São Paulo. **Higiene Alimentar**, v.11, p.59-62, 2000.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne: tecnologia da carne e subprodutos, processamento tecnológico**. Goiânia: UFG, 1993. 1110p.

PEREIRA, L. M.; RODRIGUES, A. C. C.; SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; CARDELLO, H. M. A. B.; HUMBIGER, M. D. Vida-de-prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.427-433. 2003.

RAMÍREZ–HERNÁNDEZ, B. C.; EULOGIO, P. B.; RAMOS, J. Z. C.; URIAS, A. M.; HASBACH, G. P.; BARRIOS, E. P. Sistemas de producción de *Spondias purpúrea* (Anacardiaceae) en el centro-occidente de México **Revista de Biología Tropical**, v.56, p.675-687, 2008.

REIS, J. M. L.; ARRUDA, Y. P. L. L.; OLIVEIRA, F. C. Determinação da composição centesimal de das folhas de *Spondias purpurea* L. (CIRIGUELA). In: **Anais do XLVII Congresso Brasileiro de Química**, Natal, 2007.

SAMPAIO, M.F.A. **Análise comparativa do consumo de alimentos: América Latina e União Européia**. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Engenharia agrícola, universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2001. 74p.

SILVA JUNIOR, J. F. da; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E. Recursos genéticos e melhoramento de fruteiras nativas e exóticas em Pernambuco. In: **Anais do Simpósio de Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. Petrolina. Embrapa Semi-Árido e Recursos Genéticos e Biotecnologia. 1998. 15 p.

SOUZA FILHO, M.S.M.; LIMA, J.R.; NASSU, R.T.; BORGES, M.F.; MOURA, C.F.H. Nota Prévia: Avaliação Físico-química e Sensorial de Néctares de Frutas Nativas da Região Norte e Nordeste do Brasil: Estudo Exploratório. **Brazilian Journal Food Technology**, v.5, p.139-143, 2002.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 3rd ed. London: Academic Press, Inc., 2004. 408p.

TACO, **Tabela brasileira de composição de alimentos/NEPA-UNICAMP**. Versão II. 2^a. edição. Campinas, SP, 2006. 113p.

TEIXEIRA, E; MEINERT, E; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial dos alimentos**. UFSC. 1987, 182p.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 49, p. 247-253, 2001.

TORRES, E.A.F.S.; CAMPOS, N.C.; DUARTE, M.; GARBELOTTI, M.L.; PHILIPPI, S.T.; RODRIGUES, R.S.M. Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.2, p.145-150, 2000.

VATTHANAKUL, S., JANGCHUD, A., JANGCHUD, K., THERDTHAI N., WILKINSON. B. Gold kiwifruit leather product development using Quality function deployment approach. **Food Quality and Preference**, v. 21, n.3, p. 339-345, 2009.

VERBEKE, W. Consumer acceptance of functional foods: sócio-demographic, cognitive and attitudinal determinants. **Food Quality and Preference**, v. 16, p.45-57, 2005.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou ser viável o desenvolvimento de rolinhos de ciriguela com 30% de xarope de glicose e 5% de sacarose, apresentando uma atividade de água abaixo de 0,60, umidade em torno de 15%, teor de carotenóides semelhante a fruta e uma textura macia, lembrando um couro.

O rolinho de ciriguela teve aceitação de mais de 70% dos julgadores e apresentou valores médios de ácido ascórbico e alto valor calórico, fazendo dele um produto saudável e energético.

Os resultados obtidos demonstram que há boa perspectiva para utilização da produção de ciriguela no desenvolvimento do rolinho de fruta, ampliando as perspectivas econômicas relacionadas aos pequenos produtores. Além de, disponibilizar este fruto para o consumo no período de entressafra.

APÊNDICE



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



QUESTIONÁRIO DE CONSUMO

Local:					
Sexo <input type="checkbox"/> Feminino		<input type="checkbox"/> Masculino			
Escolaridade					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ensino fundamental incompleto	Ensino fundamental completo	Ensino Médio incompleto	Ensino Médio completo	Ensino Superior incompleto	Ensino Superior completo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Especialização incompleto	Especialização	Mestrado incompleto	Mestrado	Doutorado incompleto	Doutorado
Faixa etária					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12-22 anos	23-33 anos	34-49 anos	50-60 anos	> 61anos	
Faixa Salarial familiar					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1 salário	2 – 5 salários	6 - 10 salários	10-15 salários	> 15 salários	
1. Quantas refeições diárias você faz?					
2. As frutas estão presentes nas refeições ou lanches?					
<input type="checkbox"/> Sim Quantas porções por dia?					
<input type="checkbox"/> Não Por quê?					
3. Você conhece frutas desidratadas?					
4. Costuma consumir frutas desidratadas?					
<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Com que frequência? _____					

<p>5. Qual o motivo que faz você consumir esses produtos?</p> <p><input type="checkbox"/> Saudável <input type="checkbox"/> Prático <input type="checkbox"/> Gostoso <input type="checkbox"/> Fácil <input type="checkbox"/> Nutritivo <input type="checkbox"/> Interessante</p>
<p>6. Você conhece “couro” ou “rolinho” de frutas?</p>
<p>7. Você consumiria este produto?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Talvez</p> <p>Por quê?</p>
<p>8. Na sua opinião como deveria ser o rolinho de frutas?</p> <p>Textura: <input type="checkbox"/> macia <input type="checkbox"/> seca <input type="checkbox"/> pegajosa</p> <p>Cor: <input type="checkbox"/> próprio da fruta <input type="checkbox"/> pode ter sabor diferente</p> <p>Aroma: <input type="checkbox"/> próprio da fruta <input type="checkbox"/> pode ter aroma diferente</p> <p>Sabor: <input type="checkbox"/> próprio da fruta <input type="checkbox"/> ter sabor bom</p> <p>Aparência: <input type="checkbox"/> boa <input type="checkbox"/> ruim <input type="checkbox"/> indiferente</p>
<p>9. Você compraria este produto?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Talvez</p> <p>Por quê?</p>

Muito obrigada por participar !!!



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



Nome: _____ Idade: _____ Data: _____
 Escolaridade: _____ e-mail: _____ Fone: _____

Teste de Aceitação

Você está recebendo 3 amostras codificadas de **rolinhos de ciriguela**, uma por vez. Prove-as e escreva o valor da escala hedônica de 7 pontos que você considera correspondente à cada atributo da amostra. Antes de cada avaliação, você deverá fazer uso da água e da bolacha para limpeza do palato.

De acordo com os atributos abaixo anote o valor da escala de 7 pontos correspondente à amostra.

- 7 – gostei muito
- 6 – gostei moderadamente
- 5 – gostei ligeiramente
- 4 – nem gostei/ nem desgostei
- 3 – desgostei ligeiramente
- 2 - desgostei moderadamente
- 1 - desgostei muito

código →			
Aparência			
Aroma			
Cor			
Sabor			
Textura			
Qualidade global			

Teste de intenção de compra

Agora para as mesmas amostras analise a sua intenção de compra, colocando o código da amostra e identificando com a numeração da escala de 5 pontos.

- 5 – certamente compraria
 - 4 – provavelmente compraria
 - 3 – talvez compraria/talvez não compraria
 - 2 – provavelmente não compraria
 - 1 – jamais compraria
- _____ () _____ () _____ ()

Observações: _____

Obrigada pela participação!

ANEXO

