

ANDRÉA AUGUSTA ALMEIDA DE ASSUNÇÃO

PROCESSO DE CRISTALIZAÇÃO DA ABÓBORA: INFLUÊNCIA
DO TIPO E CONCENTRAÇÃO DO AGENTE OSMÓTICO

RECIFE/PE

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Andréa Augusta Almeida de Assunção

Processo de Cristalização da Abóbora: Influência do Tipo e
Concentração do Agente Osmótico

RECIFE/PE

2009

Andréa Augusta Almeida de Assunção

PROCESSO DE CRISTALIZAÇÃO DA ABÓBORA: INFLUÊNCIA
DO TIPO E CONCENTRAÇÃO DO AGENTE OSMÓTICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, para a obtenção do título de Mestre em Nutrição, na área de concentração em Ciências dos Alimentos.

Orientadora:

Prof^a Dr^a Samara Alvachian Cardoso Andrade

Co-orientadora:

Prof^a Dr^a Margarida Angélica Vasconcelos

RECIFE/PE

2009

Assunção, Andréa Augusta Almeida de
Processo de cristalização da abóbora: influência do
tipo e concentração do agente osmótico / Andréa
Augusta Almeida de Assunção. – Recife: O Autor, 2009.
72 folhas: il., fig., tab.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Pernambuco. CCS. Nutrição, 2009.

Inclui bibliografia e apêndices.

1. Nutrição – Ciência dos alimentos. 2. Abóbora –
Cristalização. 3. Conservação de alimentos. I. Título.

612.3	CDU (2.ed.)	UFPE
612.3	CDD (22.ed.)	CCS2009-041

Andréa Augusta Almeida de Assunção

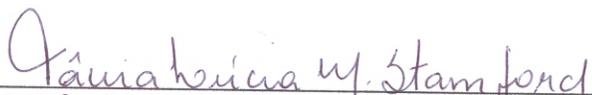
Processo de cristalização da abóbora: influência do tipo e
concentração do agente osmótico

Dissertação aprovada em: 09 de março de 2009

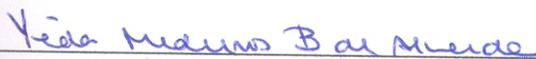
MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA:



Prof^a Dr^a Erilane de Castro Lima Machado



Prof^a Dr^a Tânia Lúcia Montenegro Stamford



Prof^a Dr^a Yêda Medeiros Bastos de Almeida

Recife/PE

2009

Aos meus pais, Moisés e Francisca.

Aos meus irmãos, Fábio e Fabiana.

AGRADECIMENTOS

A DEUS que nos momentos de incerteza e dificuldades me fez crer que bastaria ter fé e seu espírito santo iria me incentivar dizendo: pedale e voe mais alto, pois eu estarei contigo, minha filha.

Aos meus pais e irmãos que me ensinaram a ser perseverante, pois acreditam na minha honestidade, sabedoria e competência sempre me incentivando para a realização deste Mestrado.

Aos meus amigos que por sentirem por mim um sentimento de amizade entenderam minha ausência e meus momentos de silêncio, mas continuaram, assim como minha família, na torcida por mais essa vitória que Deus me concedia.

Aos funcionários do Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos Nonete Barbosa Guerra (LEAAL) por sua atenção e ajuda no que foi preciso à realização deste trabalho.

Aos estagiários Clayton, Melissa, Uyara e Eliete pela contribuição manual no processo de cristalização. Em especial a Eliete, pois me ajudou até o final do experimento.

A minha orientadora Samara e co-orientadora Angélica pela orientação.

A Secretária e a Coordenação da pós-graduação pela disciplina e comprometimento.

As minhas colegas da pós-graduação, sem distinção, pela troca de experiência e pelos momentos em sala de aula.

Ao CNPq pela bolsa concedida durante todo o período do Mestrado.

A todos os professores da pós-graduação, pois conseguiram agregar valores e conhecimentos para a realização não só deste trabalho, mas para a minha vida profissional.

Enfim, a todos vocês o meu muito obrigada por mais uma conquista!

Diante...

Diante de um grande problema posso sentir-me oprimido.

Diante de um inimigo posso sentir-me curvado.

Diante de uma grande provaço posso sentir-me desfalecido.

Diante de um erro posso sentir-me humilhado.

Diante de uma decepço posso sentir-me abatido.

Diante de uma angústia posso sentir-me prostrado.

Mas, se diante de Deus eu me puser,

e em Jesus declarar a minha fé.

Diante do problema, no poder de Cristo, serei exaltado.

Diante do inimigo, no Espírito, serei erguido.

Diante da provaço, na Palavra, serei confortado.

Diante de uma decepço, pela comunhão, compreenderei e serei compreendido.

Diante do erro, perdoado, serei justificado.

Diante da angústia, pela fé, estarei contrito.

Se diante de Deus, em comunhão, eu sempre estiver,

se na graça de Cristo, eu sempre depositar minha fé,

diante de todas as coisas eu me colocarei como um vencedor, em Cristo Jesus meu Rei.

Rev. Aizamarch Almeida

RESUMO

A abóbora (*Curcubita moschata*) é uma espécie indígena americana com significativa participação na alimentação de muitos países devido as suas características nutricionais e à coloração atrativa. Algumas variedades são boas fontes de carotenóides, principalmente β -caroteno e α -caroteno. Além da importante atividade pró-vitâmica A, os carotenóides possuem função antioxidante, que trazem benefícios à saúde, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares e cânceres. Como a abóbora é perecível após o seu corte, a presente pesquisa teve como finalidade a cristalização deste fruto, no intuito de aumentar a vida de prateleira e evitar desperdícios. Foram utilizados três tipos de cristalização: 1. por três concentrações de xarope 30°, 50° e 70°Brix consecutivos (cristalização lenta tipo 1); 2. impregnação inicial de 20°Brix até a saturação de 70°Brix (cristalização lenta tipo 2) e 3. submetidos a um único xarope de 70°Brix (cristalização rápida). Os xaropes de cada tratamento foram formulados com sacarose, adicionado de 0, 10 ou 20% de glicose. Em seguida, os cubos de abóbora foram submetidos à secagem a $65^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$, por 5 h aproximadamente. Após a cristalização foram feitos teste de aceitação, com escala hedônica de 9 pontos. Os produtos foram selecionados tomando como parâmetro o atributo qualidade global, e em seguida submetidos às análises físico-químicas e microbiológicas durante o armazenamento de 0, 30, 60 e 90 dias, como também ao teste de intenção de compra. Os produtos preferidos quanto a qualidade global foram CL2A - cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose) e CL1C - cristalização pelo processo lento tipo 1 (80% sacarose e 20% glicose), este último teve maior redução de umidade e menores perdas dos compostos durante o armazenamento. Ambos atenderam à legislação Brasileira em vigor. Pode-se afirmar que o CL1C constitui, portanto, uma boa alternativa para conservar a abóbora e diversificar a sua oferta, embora o CL2A tenha tido maior percentual na intenção de compra dos consumidores.

Palavras-chave: cristalização, abóbora, secagem, conservação de alimentos.

ABSTRACT

The pumpkin (*Curcubita moschata*) is a native American species with a significant stake in power in many countries due to its nutritional characteristics and attractive color. Some varieties are good sources of carotenoids, mainly β -carotene and α -carotene. Besides the important pro-vitamin A activity, the carotenoids have antioxidant function, which provide benefits to health, reducing the risk of cardiovascular diseases and cancers. As the pumpkin is perishable after its cut, this research aimed at the crystallization of this fruit, in order to increase shelf life and avoid waste. We used three types of crystallization: 1. three concentrations of syrup 30°Brix, 50°Brix and 70°Brix consecutive (slow crystallization type 1), 2. initial impregnation of 20°Brix by the saturation of 70°Brix (slow crystallization type 2) and 3. undergone a single syrup 70°Brix (rapid crystallization). Each syrup each treatment was formulated with sucrose, the addition of 0, 10 or 20% glucose, then the pumpkin cubes were subjected to drying at $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ for approximately 5 hours. After crystallization test were accepted, with hedonic scale of 9 points. The products were selected taking as parameter the overall quality attribute, and then subjected to physical-chemical analysis and microbiological during storage of 0, 30, 60 and 90 days, but the test of intention to purchase. The preferred products for overall quality were CL2A slow crystallization type 2 (100% sucrose) and CL1C crystallization by slow type 1 (80% sucrose and 20% glucose), the latter had further reduction of moisture and lower losses of compounds during the storage. Both attended the Brazilian legislation in force. You can say that CL1C is therefore a good alternative to keep the pumpkin and diversify its offerings, although the CL2A had the highest percentage of consumers purchasing intention.

Keywords: crystallization, pumpkin, drying, storage of food.

LISTA DE FIGURAS

Revisão da literatura

Figura 1 – Desidratação da célula na transferência de massa durante o processo de cristalização.....	24
Figura 2 – Difusão da água no tecido celular na transferência de massa durante o processo de cristalização.....	24

Metodologia

Figura 3 - Fluxograma para obtenção da abóbora cristalizada.....	31
--	----

Artigo

Figura 1 – Fluxograma para obtenção da abóbora cristalizada.....	41
Figura 2 - Bidimensional da análise de componentes principais dos termos descritores das amostras de abóboras.....	47
Figura 3 - Aceitabilidade do Aroma do produto CL1C: Cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose).....	48
Figura 4 - Aceitabilidade do Aroma do produto CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).....	48
Figura 5 - Aceitabilidade do Sabor do produto CL1C: cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose).....	49
Figura 6 – Aceitabilidade do Sabor do produto CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).....	49
Figura 7 – Aceitabilidade da Qualidade Global do produto CL1C: cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose).....	50
Figura 8 - Aceitabilidade da Qualidade Global do produto CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).....	50
Figura 9 – Aceitabilidade da Textura do produto CL1C: cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose).....	51

Figura 10 - Aceitabilidade da Textura do produto CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).....	51
Figura 11 – Aceitabilidade da Cor do produto CL1C: cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose).....	52
Figura 12 - Aceitabilidade da Cor do produto CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).....	52
Figura 13 – Porcentagem de intenção de consumo da amostra CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).....	53
Figura 14 - Porcentagem de intenção de consumo da amostra CL1C: cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose).....	53
Figura 15 – Efeitos da cristalização na abóbora <i>in natura</i> sobre a composição físico-química das amostras CL1C: 20%Glicose/80%Sacarose e CL2A: 100% Sacarose.....	56
Figura 16 – Efeitos da cristalização sobre a Vitamina A e os Carotenóides Totais. CL1C: 20%Glicose/80%Sacarose e CL2A: 100% Sacarose.....	58

LISTA DE TABELAS

Artigo

- Tabela 1 - Caracterização físico-química da parte comestível da abóbora *in natura*.....45
- Tabela 2 – Médias das notas obtidas para os atributos sensoriais de abóboras cristalizadas....47
- Tabela 3 – Médias dos resultados obtidos para PU (%) e IS (%).....54 e 55
- Tabela 4 – Médias das análises físico-químicas durante 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento, da cristalização lenta tipo 1 e tipo 2 com 20% de glicose e 80% de sacarose e 100% de sacarose respectivamente.....57
- Tabela 5 – Resultados das análises microbiológicas da abóbora *in natura* comparadas ao tempo de armazenamento com a cristalização CL1C (Lenta tipo 1, 80% de sacarose e 20% de glicose) e CL2A (Lenta tipo 2, 100% de sacarose).....58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

– Beta

°Brix – Sólidos solúveis totais

h – Horas

CL1A – Cristalização lenta tipo 1 (30, 50 e 70°Brix) com 100% de sacarose

CL1B – Cristalização lenta tipo 1 (30, 50 e 70°Brix) com 90% de sacarose e 10% de glicose

CL1C – Cristalização lenta tipo 1 (30, 50 e 70°Brix) com 80% de sacarose e 20% de glicose

CL2A – Cristalização lenta tipo 2 (20 a 70°Brix) com 100% de sacarose

CL2B – Cristalização lenta tipo 2 (20 a 70°Brix) com 90% de sacarose e 10% de glicose

CL2C – Cristalização lenta tipo 2 (20 a 70°Brix) com 80% de sacarose e 20% de glicose

CRA – Cristalização rápida com 100% de sacarose

CRB – Cristalização rápida com 90% de sacarose e 10% de glicose

CRC – Cristalização rápida com 80% sacarose e 20% glicose

% – Percentual

kg – Kilograma

mg – Miligrama

t. – Tonelada

CNNPA – Comissão Nacional de Normas e Padrões Alimentares

ppm – Partes por milhão

min. – Minuto

cm – Centímetro

°C – graus Celsius

pH – Concentração de íons de hidrogênio

AOAC – Association of Official Analytical Chemists

PU – Perda de umidade

IS – Incorporação de sólidos

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

ANOVA – Análise de Variância

ACP – Análise de componente principal

UI – Unidade Internacional

g – Grama

UFC/g – Unidade formadora de colônia por grama

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.2 Objetivos.....	20
2. REVISÃO DA LITERATURA	21
3. METODOLOGIA	29
3.1.1 Matéria-prima.....	29
3.1.2 Material para a solução osmótica.....	29
3.1.3 Equipamentos.....	29
3.2 Métodos.....	29
3.2.1 Cristalização.....	29
3.2.2 Análises físico-químicas.....	32
3.2.3 Análises microbiológicas.....	33
3.2.4 Análise sensorial.....	33
3.2.5 Análise estatística.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
Artigo 1. Processo de cristalização da abóbora: influência do tipo e concentração do agente osmótico.....	35
1. Introdução.....	38
2. Material e Métodos.....	39
2.1 Material.....	39
2.1.1 Matéria-prima.....	39
2.1.2 Material para a solução osmótica.....	39
2.1.3 Equipamentos.....	39
2.2 Métodos.....	39

2.2.1	Cristalização.....	39
2.2.2	Análises físico-químicas.....	42
2.2.3	Análises microbiológicas.....	43
2.2.4	Análise sensorial.....	44
2.2.5	Análise estatística.....	44
3.	Resultados e discussão.....	45
3.1	Caracterização da matéria-prima.....	45
3.2	Análise sensorial.....	45
3.3	Análises físico-químicas e microbiológicas.....	54
4.	Conclusões.....	59
	Agradecimentos.....	59
	Referências.....	59
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
	REFERÊNCIAS.....	64
	APÊNDICES.....	71 e 72

1. INTRODUÇÃO

A abóbora (*Curcubita moschata*) é uma espécie indígena americana com significativa participação na alimentação de muitos países (RAMOS *et al.*, 1999; WHITAKER; CARTER, 1946; WHITAKER; CUTLER, 1965) devido às suas características nutricionais e à coloração atrativa. Algumas variedades são boas fontes de carotenóides, principalmente β -caroteno e α -caroteno (ARIMA; RODRIGUEZ-AMAYA, 1988; AZEVEDO-MELEIROS, 2003). Além da importante atividade pró-vitáminica A, os carotenóides possuem função antioxidante (ARIMA; RODRIGUEZ-AMAYA, 1988; RODRIGUEZ-AMAYA, 2002), que trazem benefícios à saúde, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares e cânceres (KRINSK, 1993).

Conhecida no Nordeste do Brasil como jerimum, é bastante consumida nesta região e ocupa o quinto lugar em volume de comercialização no Estado de Pernambuco (SILVA, 1996), e o sétimo lugar entre as hortaliças mais cultivadas no Brasil.

Em um 1 kg de abóbora há 1,3% de fibras, 96% de água, 40 calorias, 280mg de vitamina A, 700mg de vitamina B₅, 100mg de vitamina B₂, além de minerais como cálcio, fósforo, potássio, sódio, ferro e enxofre (LUENGO *et al.*, 1997). Podem ser consumidas verdes ou maduras, ambas são preparadas em pratos salgados, sendo a última utilizada, geralmente, na elaboração de doces caseiros ou industrializados (CAMARGO FILHO e MAZZEI, 2002).

Existem vários formatos, tamanhos e cores de frutos, todos com a casca bem grossa e dura. Os frutos devem apresentar-se com a casca sem brilho. Casca com brilho indica que estes foram colhidos muito novos, não amadurecerão totalmente e são de menor qualidade quando comparados aos frutos totalmente maduros. Apesar de durarem cerca de três meses após a colheita, em local fresco e seco, é altamente perecível ao ser cortado pelo alto índice de umidade que possui.

A industrialização surge, portanto, como alternativa para reduzir os desperdícios após o seu corte, melhorando assim a sua conservação.

Dos diversos processos desenvolvidos pelo homem, a conservação por ação do açúcar ou do sal está entre os mais antigos métodos conhecidos, apresentando-se viável para reverter este quadro.

Neste contexto, a cristalização ou glaceamento apresenta-se como alternativa para reduzir a umidade inicial do fruto. Este processo consiste na imersão do alimento em um xarope de baixa concentração, até que atinjam equilíbrio através da perda de água por parte do alimento e absorção do açúcar, em níveis que impeçam a deterioração (SOLER, 1988). Este processo pode ser complementado ainda com outros métodos convencionais de secagem, como exemplo, secagem a vácuo ou a quente.

Estas considerações, associadas à escassez de estudos sobre o processamento de abóbora após o seu corte, no que se refere à elaboração de um produto desidratado, a nível industrial, tornam válido a realização deste trabalho, visando obter, de forma artesanal, abóbora cristalizada, com satisfatória estabilidade e aceitabilidade.

Desta forma, além da redução das perdas após o processamento de corte será propiciada uma alternativa para o seu consumo, procurando assim agregar mais valores à agroindústria deste fruto e conseqüente melhoria de renda para o produtor.

1. 2 OBJETIVOS

1. 2. 1 Geral

Otimizar o processo de cristalização da abóbora com diferentes tipos de cristalizações e concentrações de agentes osmóticos.

1.2. 2 Específicos

- Avaliar a aceitabilidade da abóbora cristalizada por diferentes tratamentos;
- Avaliar a vida de prateleira da abóbora de melhor aceitação, através de análises físico-químicas e microbiológicas.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da abóbora

A abóbora é proveniente de zonas tropicais e subtropicais, como México e América do Sul, possui elevado consumo no Nordeste do Brasil (BISOGNIN, 2002), é um membro da família Cucurbitaceae, que inclui também pepinos e melancias. Sua forma, tamanho e aparência (lisos ou com nervuras) variam muito, dependendo da espécie (GONÇALVES *et al.*, 2007). É uma boa fonte de nutrientes, como carotenóides, vitaminas B₂, C e E, com baixo conteúdo energético e uma grande quantidade de fibra (DE ESCALADA PLA *et al.*, 2007). Sua utilização permite produzir compotas, geléias e purês (GLIEMMO *et al.*, 2008).

Cerca de 18.978.328 tons de abóbora foram produzidos no mundo em 2005, Turquia produziu cerca de 376.000 tons (DOYMAZ, 2007). Os quatro principais países produtores de abóbora no mundo são China, Índia, Ucrânia e Egito (FAO, 2005). Segundo o censo agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de 1995-96 havia, no Brasil, cerca de 112.398 produtores de abóboras, que cultivaram 104.305 hectares e colheram 215,9 milhões de frutos. A região Sudeste participou com 34 % e o estado de São Paulo com 54% da produção, cabendo 10% ao Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo (CAMARGO FILHO, 2003). Em 2000, o estado de São Paulo cultivou 6.263 hectares com abóboras, que resultou em 3.000 toneladas de produção (ANUÁRIO IEA, 2000). No período de 1995-2000, a quantidade média anual de abóboras e morangas comercializadas no ETSP-CEAGESP foi cerca de 24.400 t./ano, sendo a quantidade média de abóboras maduras e secas do tipo menina brasileira e outras comercializadas, em torno de 532 t./mês (CAMARGO FILHO & MAZZEI, 2002). Já no Nordeste, a Companhia de Armazéns Gerais de Pernambuco (CEAGEPE), localizada em Recife, destaca-se na comercialização dessa hortaliça, tendo durante o período de 1995 a 1997, transacionado o volume de 56.760 t. de abóbora, com preço médio/kg de R\$ 0,51. Para compor esse volume comercializado, teve-se a participação dos estados da Bahia (23,61%), Maranhão (23,75%), Rio Grande do Norte (12,79%), Piauí (4,33%), áreas do próprio estado de Pernambuco (24,14%) e outros estados (11,38%). A produção Pernambucana é procedente dos municípios de Custódia (23%); Pesqueira (14%); Petrolina (10%); Ouricuri (10%); Arcoverde (7%); Venturosa, Pedra e Serra Talhada (4%) e outros municípios (24%) (CEAGEPE, 1996) (RAMOS *et al.*, 1999).

No Brasil ainda não existem estatísticas precisas a respeito do percentual de perdas de

frutas e hortaliças na etapa pós-colheita. CAMARGO (2002) afirma que em países com baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), onde persistem grandes deficiências na infraestrutura de mercado, as perdas pós-colheita de produtos perecíveis podem variar entre 25 e 50% da produção. SILVA, FINGER e CORRÊA (2000) afirmam que apesar da inexistência de estatísticas oficiais, o desperdício de frutas e hortaliças no país é estimado em 40% da produção, em contraste com a magnitude das perdas verificadas em países com elevado IDH, que varia entre 5 e 25%, dependendo do produto. De fato, SHEWFELT e PRUSSIA (1993) mencionam que os valores típicos para o percentual destas nos EUA, do campo ao consumo, encontram-se entre 10 e 25% da produção e estima-se que a perda mínima seja de 5%.

As abóboras das cultivares *Cucurbita maxima* e *Cucurbita moschata*, independentemente do tamanho e forma são constituídas por uma porção não comestível (cascas e aderências), que somada às sementes representam 9,0% do total do fruto, e outra comestível de aproximadamente 91%, constituída por 89% de água e 11% de sólidos (FARO, 2001).

Os sólidos totais da polpa possuem principalmente carboidratos que, juntamente com a fração fibra alimentar perfazem 8,6%. Deste total os açúcares representam aproximadamente 2/3, enquanto a participação do amido é de 0,5%, valor que não justifica a utilização do excedente de produção como fonte de obtenção deste constituinte para uso industrial (FARO, 2001). Esta mesma autora ao pesquisar os cultivares citados anteriormente constatou 16,6 mg% de carotenóides totais.

A cor laranja brilhante indica que a abóbora é rica em β -caroteno, que é um antioxidante precursor da vitamina A no organismo humano (WEINSTEIN, VOGT, & GERRIOR, 2004). Em 1990, ARIMA e RODRIGUEZ – AMAYA, ao avaliarem a composição de carotenóides em abóboras, proveniente do nordeste brasileiro, identificaram que a *Cucurbita moschata*, variedade baianinha, apresentava 19 carotenóides, dos quais o β -caroteno foi o principal pigmento encontrado, tornando esta variedade uma das maiores fontes de provitamina A.

O valor médio de vitamina A na variedade baianinha é quase 11 vezes o da *Cucurbita maxima*, variedade jerimum caboclo, e 5 vezes o da cultivar *Cucurbita moschata*, variedade menina verde (ARIMA e RODRIGUEZ-AMAYA,1988).

Carotenóides estão entre os componentes fitoquímicos que se acredita reduzir o risco de desenvolvimento de algumas doenças degenerativas. É o principal grupo de substâncias que permitem a coloração na natureza, são responsáveis pelas cores vermelhas, laranjas e amarelas das frutas e legumes. Sendo insaturados, eles são propensos à isomerização e

oxidação durante tratamento térmico e exposição à luz, resultando em perdas, alteração de cor e de atividade biológica (RODRIGUEZ-AMAYA, 2002) prejudicando assim a aceitabilidade do produto pelo consumidor (GONÇALVES *et al.*, 2007).

As principais fontes de provitamina A são os vegetais de folhas verdes escuras, e outros de cor verde alaranjada como couve, mostarda, espinafre, brócolis, caruru, folhas de beterraba, cenoura, chicória, alface, salsa, agrião, acelga, cenoura, milho (amarelo), moranga, manga, mamão, cajá, caju maduro, goiaba madura. Dentre estas, a abóbora é uma fonte potencial de várias frações de provitamina A, além do β -caroteno. Alguns frutos de palmeira e seus óleos também são muito ricos em vitamina A: dendê, buriti, pequi, pupunha, tucumã. (AMBRÓSIO, 2005; ARIMA e RODRIGUEZ-AMAYA, 1990; RODRIGUEZ-AMAYA, 1997; CAMPOS, 2003; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005; SOUZA, 2002).

As abóboras podem ser mantidas por cerca de três meses após a colheita, em condição ambiente em local fresco e seco, sendo classificado por fruto semiperecível, devido à proteção da casca. Ao ser cortada a sua durabilidade é menor que a abóbora inteira, passando a ser fruto perecível, contendo alto percentual de umidade.

Um dos principais objetivos da pesquisa é o desenvolvimento de produtos desidratados, com longo prazo de validade, cujas propriedades sensoriais e nutritivas se pareçam ao máximo com as frutas *in natura*. Evidentemente, essas características aumentam a probabilidade de aceitação do produto elaborado, pelos consumidores.

2.2 Cristalização

Uma grande parcela da produção de frutas no Brasil passa por algum grau de transformação entre a colheita e seu consumo final. No entanto, o percentual dessa produção que é industrializado varia para cada região do país, de acordo com seu grau de industrialização e da sazonalidade das matérias-primas, combinados ao caráter perecível de tais produtos, e requer contato e afinidade muito estreito entre o produtor e o processador para minimizar as perdas; surge então a necessidade de adequação das matérias-primas aos processos (SOLER, 1988).

A conservação de alimentos por ação do açúcar ou do sal está entre os mais antigos métodos de preservação conhecidos. O açúcar, especialmente quando aliado ao aquecimento é um bom agente de conservação dos produtos alimentícios. A presença deste dissacarídeo irá aumentar a pressão osmótica do meio, ocorrendo uma diminuição da atividade de água no

produto, e conseqüentemente criando condições desfavoráveis para o crescimento e reprodução da maioria das espécies de bactérias, leveduras e mofos (LIMA e NEVES, 2000).

A cristalização é um método de preservação que consiste em substituir parte da água de constituição dos frutos por açúcares, em níveis que impeçam a deterioração (SOLER, 1988). Na desidratação há saída de água da fruta para a solução (Figura 2) e a migração de solutos da solução para a fruta (Figura 1). É possível observar também a existência de um terceiro mecanismo de transferência de massa, que consiste na perda de alguns sólidos naturais da fruta, como açúcares, minerais, dentre outros nutrientes, para a solução concentrada. Embora pouco significativa em termos quantitativos, a perda de solutos pela fruta pode ser importante para as qualidades sensoriais (aroma, sabor, cor e textura) e nutricionais (minerais e vitaminas) do produto (RAOULT-WACK, 1994).

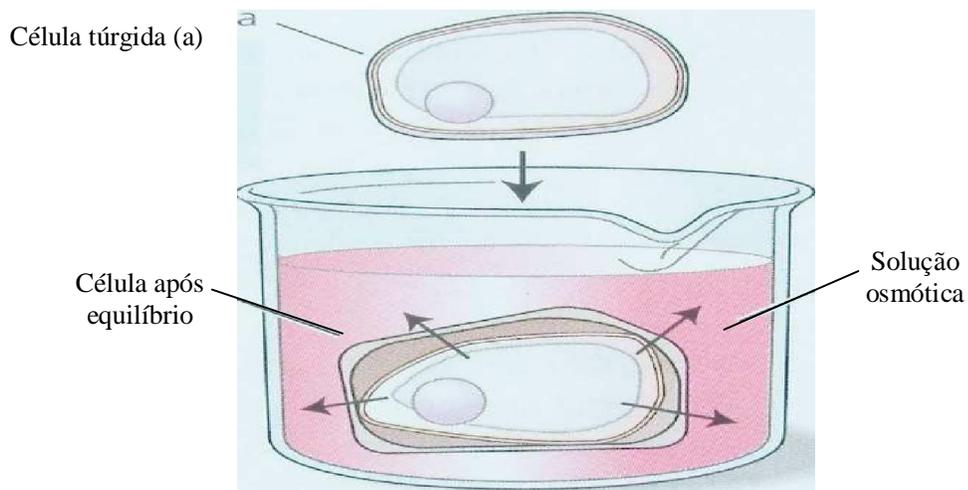


FIGURA 1. Desidratação da célula na transferência de massa durante o processo de cristalização. **Fonte: TAIZ & ZEIGER (2004)**

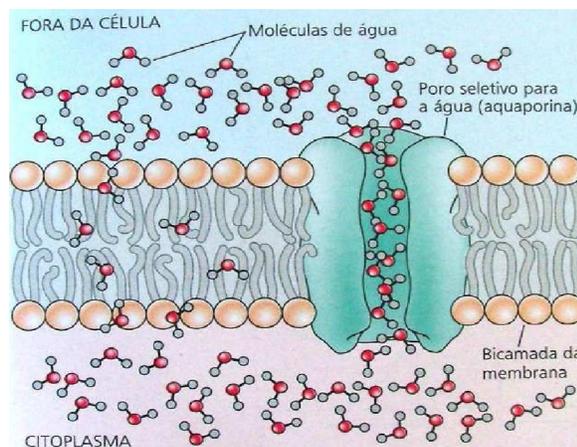


FIGURA 2. Difusão da água no tecido celular na transferência de massa durante o processo de cristalização. **Fonte: TAIZ & ZEIGER (2004)**

Este processo de cristalização é largamente utilizado como um método de conservação de frutas, hortaliças, flores dentre outros, para seu posterior aproveitamento em formulações de alimentos industrializados, como bolos, bombons, doces de confeitaria, pães ou podendo ser oferecido direto para consumo como é o caso de frutas inteiras ou em pedaços, ou ainda, terem fins medicinais, no caso das hortaliças, e ornamentação, no caso de flores (OLIVEIRA, 2003; RIBEIRO, 1999).

Segundo a resolução – CNNPA (BRASIL, 1977), fruta cristalizada ou glaceada é o produto preparado com frutas, nas quais se substitui parte da água de sua constituição por açúcares, por meio de tecnologia adequada, podendo ou não ser recoberto com uma camada de sacarose.

JACKIX (1988) classifica os métodos de impregnação em lentos e rápidos. O método lento é um processo descontínuo que consiste na imersão da fruta em um xarope de baixa concentração até que atinja equilíbrio através da perda de água e absorção de açúcar. A concentração do xarope é aumentada a cada 24 horas até que o brix do alimento esteja entre 70° – 75°Brix. Esse aumento gradativo de açúcares no xarope evita o enrugamento excessivo do produto final melhorando a sua aparência e o rendimento, entretanto aumenta consideravelmente o tempo do processo e que no ponto de saturação o xarope apresenta-se denso, fluindo com dificuldade e a fruta com aspecto brilhante (EMATER, 2007). Na cristalização rápida, para aumentar a velocidade de açucaramento são utilizados dois princípios: aumento da velocidade de troca osmótica, através do aumento da temperatura e contínua concentração do xarope; ou troca provocada por diferença de pressão de vapor entre a fruta e o xarope, durante a ebulição no processo a vácuo.

2.3 Fatores que influenciam no processo de Cristalização

As principais variáveis envolvidas no processo de desidratação por imersão-impregnação são: tipo de soluto, concentração, temperatura e grau de agitação da solução, tamanho da amostra, relação entre as massas da solução e da amostra e tempo de imersão (HAWKES e FLINK, 1978; RAOULT-WACK *et al.*, 1991; RASTOGI e RAGHAVARAO, 1994; TORREGGIANI, 1993).

O estágio de maturação do vegetal, assim como a sua consistência são fatores influentes na quantidade de açúcar necessário ao processo de cristalização (SABAA-SRUR,

1996). CRUESS (1973) relata que as frutas maduras não são apropriadas para a saturação com açúcares, a não ser que se proceda a um pré-tratamento com cloreto de cálcio, que por remoção de água e a formação do pectato de cálcio, há um enrijecimento da estrutura do fruto.

A concentração em açúcares da solução osmótica é da ordem de 65° a 70 °Brix, sendo que a redução no teor de água da fruta pode atingir até 70% em base úmida, ocorrendo, geralmente uma redução em peso aproximadamente de 50% (AGUIRRE e FILHO, 2002).

PICOLOTTO *et al.* (2002) estudando a influência do tipo (sacarose, glicose de milho e frutose) e concentração do agente osmótico (100% de sacarose, 50% de sacarose e 50% de glicose e com 50% de sacarose, 25% de glicose e 25% de frutose) no processo de cristalização de frutas tropicais observaram que a redução média de umidade pela saturação por troca osmótica em relação a fruta *in natura* foi de 46% no abacaxi, 55% na manga, 54% na cidra e de 57% na goiaba.

De acordo com FERRARI *et al.* (2005) e DIONELLO *et al.* (2007) o tipo de açúcar utilizado como substância osmótica afeta significativamente a cinética de remoção de água e o ganho de sólidos. Açúcares com elevado peso molecular, como é o caso da sacarose, acarretam a diminuição do ganho de sólidos e aumento da perda de água, favorecendo a perda de massa e, conseqüentemente, o processo de desidratação. Sacarídeos de baixo peso molecular como a glicose, frutose e sorbitol, favorecem o ganho de açúcares devido à alta velocidade de penetração das moléculas nos tecidos vegetais, aumentando o ganho de sólidos e reduzindo a perda de água, desfavorecendo o processo de desidratação.

De acordo com MAYOR *et al.* (2006) ao desidratarem osmoticamente abóbora (*Cucurbita maxima*) observaram que a perda de água era superior ao ganho de sólidos, independente do tipo de açúcar empregado e que o ganho de sólidos era maior ao ser utilizado açúcar de baixo peso molecular. Segundo LENART e FLINK (1984), moléculas de sacarose acumulam-se na superfície do citoplasma e, dessa forma podem criar crostas durante a secagem, gerando um obstáculo para a transferência de água. Além desses autores, ZENOOZIAN e DEVAHASTIN (2009) descrevem que as moléculas menores como sorbitol e glicose, provavelmente podem penetrar profundamente na abóbora, formando camada periférica menos concentrada e com menores chances de cristalização da superfície.

KOWALSKA, *et al.* (2008) pesquisando o efeito do branqueamento e congelamento na desidratação osmótica de abóbora com diferentes agentes osmóticos, observaram que o coeficiente de difusão da água foi mais elevado em soluções de glicose, diferentemente do

obtido em soluções de sacarose.

KOWALSKA e LENART (2001), citado por GARCIA *et al.* (2007) ao desidratarem osmoticamente maçã, cenoura e abóbora em solução de sacarose, verificaram que este último obteve uma maior perda de umidade e menor incorporação de sólidos.

A transferência de massa também pode ser favorecida pela redução do tamanho da partícula da fruta, na qual a incorporação de sólidos é favorecida (SOUZA *et al.*, 2007 e PANADES *et al.*, 2009). Experimento implementado por LERICI *et al.* (1985), no qual pedaços de maçãs de diferentes tamanhos, desidratados em condições osmóticas idênticas, resultou em produtos finais com diferentes características, conforme se segue: incorporação de açúcar maior (cubo) e menor (fatias); perda de água maior (anel) e menor (cubo e fatia); redução de peso maior (fatia) e menor (cubo).

KROKIDA *et al.* (2000) avaliaram as propriedades de maçãs em diferentes tamanhos, submetidas a vários métodos de secagem como vácuo, microondas, congelamento e osmose. Detectaram que a cinética de secagem é grandemente afetada pelo tamanho das partículas. No caso específico da desidratação osmótica, foram registradas uma diminuição de porosidade do produto final e manutenção da cor.

Segundo JACKIX (1988) o xarope empregado no açucaramento deve apresentar as seguintes características: permanecer líquido e transparente, isentos de cristais, mesmo ao final do processo em que a concentração deve atingir 70-75°Brix; deve ser claro e não caramelizar, para evitar escurecimento dos frutos e, não deve ser excessivamente doce.

Para que um soluto possa ser utilizado como agente osmótico ele deve cumprir as seguintes exigências: apresentar alta solubilidade em água, baixo custo e efeito positivo sobre as propriedades sensoriais e a estabilidade do produto final. (DIONELLO *et al.*, 2007).

2.4 Tipos de secagem

Dos diversos processos para a conservação dos alimentos, a secagem é um dos mais antigos empregados pelo homem (ANDRADE *et al.*, 2003). Suas vantagens são várias, dentre as quais se destacam inibição do crescimento de microorganismos indesejáveis, redução do peso da fruta ou hortaliça de 50 a 80%, menor custo de armazenamento e facilidade no transporte.

Os processos de secagem dos produtos de origem vegetal e animal podem ser

enquadrados em dois grupos: secagem natural ou ao sol e secagem artificial ou desidratação.

A secagem natural é recomendada para regiões de clima seco, com boa radiação e escassas precipitações, preferencialmente ventosa na época que a secagem é realizada. Por usar condições do meio apresenta baixo custo. Na secagem artificial o calor é produzido artificialmente em condições de temperatura, umidade e corrente de ar cuidadosamente controlada (GAVA, 1978).

A secagem artificial consiste na exposição do alimento (em pequenos pedaços ou fatias) a uma corrente de ar quente, paralela ou perpendicular ao leito de sólidos, que flui continuamente removendo a umidade.

Quando a fruta é seca ou desidratada, há um aumento na concentração do teor de sólidos solúveis, suficiente para prevenir a contaminação microbiana por períodos de tempo razoavelmente longos. A concentração desses sólidos é diferente para os vários tipos de frutas secas. O sabor, cor e textura dos produtos finais e os padrões de qualidade do mercado devem determinar as condições ideais de temperatura, ciclo de secagem e umidade, a fim de se obter um produto final de alta qualidade.

O procedimento a ser selecionado para processar fruta seca deve considerar a qualidade do produto como proporcionar a maior lucratividade ao produtor.

A energia solar é a fonte de calor mais barata para remover a água das frutas, mas a secagem ao sol está sujeita as perdas que se devem à dificuldade de se manter ausência de microrganismos. A desinfecção apropriada pode ser mais facilmente mantida e controlada nos processos de secagem artificial que é realizada em sistemas fechados, que oferecem proteção contra a contaminação por agentes externos, como também proporciona meios para secar as frutas rapidamente na época de colheita, não dependendo das condições de tempo.

Segundo GOMES *et al.* (2007), produtos secos são considerados de alta qualidade, os quais podem ser exportados como, por exemplo, tâmaras e uva-passa, agregando assim valores, podendo ser consumidos diretamente ou como ingredientes na elaboração de novos produtos alimentícios.

3. METODOLOGIA

3.1.1 MATÉRIA-PRIMA

Para realização desta pesquisa foram utilizadas abóboras (*Curcubita moschata*), adquiridas no Centro de Abastecimento Alimentar de Pernambuco (CEASA/PE) e nos supermercados da cidade de Recife – PE.

3.1.2 MATERIAL PARA A SOLUÇÃO OSMÓTICA

1. Sacarose comercial;
2. Xarope de glicose;
3. Hipoclorito de sódio;
4. Ácido sórbico;
5. Cloreto de cálcio;
6. Ácido cítrico;

3.1.3 EQUIPAMENTOS

1. Vidraria e equipamentos diversos necessários às análises;
2. Balança semi-analítica e analítica;
3. Estufa com circulação de ar da marca Marconi modelo MA – 035/5;
4. Refratômetro de bancada.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 CRISTALIZAÇÃO

A cristalização da abóbora foi procedida conforme a Figura 3.

As abóboras foram avaliadas quanto ao grau de maturação e presença de defeitos, lavadas para retirada de sujidades aderidas à casca e na seqüência imersas em hipoclorito de

sódio (20ppm) por 20 min. Em seguida foram partidas manualmente com faca de aço inoxidável, retiradas as cascas e sementes e cortadas em forma de cubos de aproximadamente 2 cm de face, branqueadas em solução aquosa de ácido sórbico (500ppm), a 100°C, por 3 minutos (AZAREDO e JARDINE, 2000) e lavadas em água corrente. Na sequência foram imersas em solução de cloreto de cálcio (0,5%) por 30 minutos (PICOLOTTO *et al.*, 2002) e drenadas. Dando prosseguimento, a abóbora foi cristalizada por diferentes tratamentos: 1. por três concentrações de xarope 30°, 50° e 70°Brix consecutivos (cristalização lenta tipo 1); 2. impregnação inicial de 20°Brix até a saturação de 70°Brix (cristalização lenta tipo 2) e 3. submetidos a um único xarope de 70°Brix (cristalização rápida). Os xaropes de cada tratamento foram formulados com sacarose, adicionado de 0, 10 ou 20% de glicose de milho, conforme a fórmula descrita por JACKIX (1988), aos quais foram adicionados ácido cítrico. As abóboras foram imersas nestes xaropes e aquecidas até fervura por 15 minutos, seguido de repouso por 24 horas a temperatura ambiente. Prosseguindo, as abóboras foram drenadas, colocadas em papel absorvente, para retirar o excesso de xarope e levadas para secagem em uma estufa com circulação de ar a 65°C ± 5°C, no qual permaneceram aproximadamente por 5 horas, tempo necessário para atingir umidade entre 22 a 25% (BRASIL. Resolução RDC n°. 272, 2005). Os cubos cristalizados foram acondicionados em sacos de polietileno e identificados por tratamento, armazenados em temperatura ambiente ao abrigo da luz para serem em seguida testados sensorialmente.

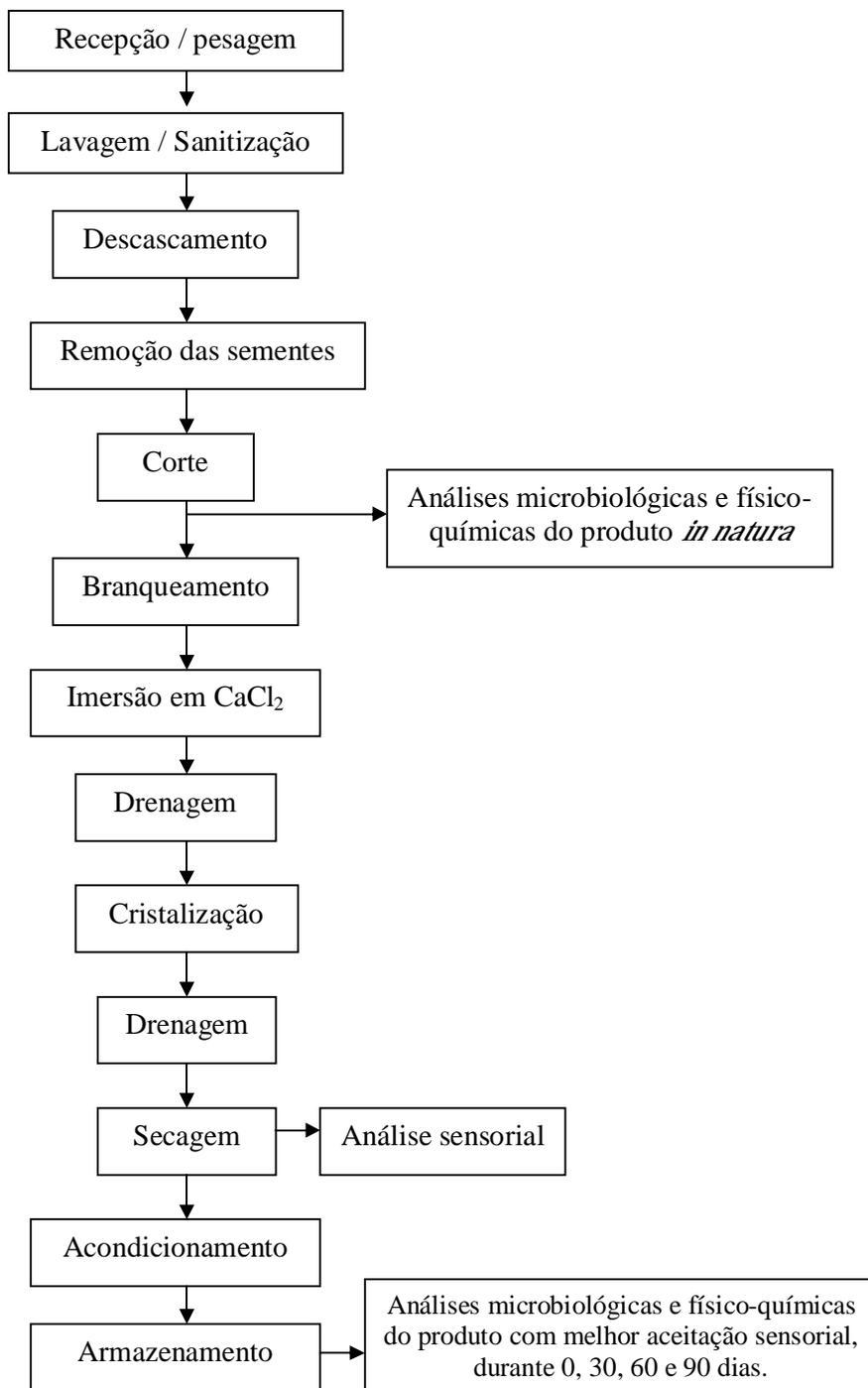


FIGURA 3. Fluxograma para obtenção da abóbora cristalizada.

3.2.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A abóbora *in natura* e o produto preferido através da análise sensorial foram avaliados no intervalo de 0, 30, 60 e 90 dias, quanto aos parâmetros que se seguem:

Determinação do pH – foi realizada conforme as NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005);

Açúcar total e açúcar redutor – foram determinados pelo método de Felhing conforme as NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005);

Sólidos solúveis totais – foram determinados por leitura direta, em refratômetro de bancada, marca AUS JENA 932.14C (AOAC, 2002);

Umidade - foi determinada em estufa a 105°C, até peso constante (AOAC, 2002; Method 985.14). Peso – em balança semi-analítica da marca Polimate.

Proteínas – foram determinadas pelo método de Micro – Kjeldhal (AOAC, 2002);

Lipídeos - foram determinados pelo extrator de Soxhlet (AOAC, 2002);

Cinzas – foram determinadas, por método gravimétrico, com incineração da amostra em mufla por 4 horas à temperatura de 550°C (AOAC, 2002);

Carotenóides totais – foram determinados pelo método de RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., 1999;

Vitamina A – foi determinada pelos métodos do NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC, 1989) e do INSTITUTE OF MEDICINE (IOM, 2001) descritos em TRUMBO *et al.*, 2003.

Nos diferentes tratamentos de cristalização pesquisados foram calculados os seguintes parâmetros:

1. Perda de umidade* – calculada em termos percentuais, com base no peso inicial do material, antes da cristalização:

$$PU(\%) = \frac{(U_{ix}M_i - U_{fx}M_f)}{M_i} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

2. Incorporação de sólidos (IS)* – calculado através da equação 2:

$$IS(\%) = \frac{(\text{° Brix}_{fx}M_f - \text{° Brix}_{ix}M_i)}{M_i} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

sendo:

$IS(\%)$ = Incorporação de sólidos;

$^{\circ} Brix_i$ = Teor inicial de sólidos solúveis totais do material;

$^{\circ} Brix_f$ = Teor final de sólidos solúveis totais do material;

$PU(\%)$ = Perda de umidade com base inicial do material;

U_i = Teor inicial de umidade da matéria;

U_f = Teor final de umidade da matéria;

M_i = Massa total inicial da matéria;

M_f = Massa total final da matéria;

* Calculados segundo LARANJEIRA (1997)

3.2.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A abóbora *in natura* e o produto preferido através da análise sensorial foram avaliados no intervalo de 0, 30, 60 e 90 dias, de acordo com a Resolução RDC nº12/01 (BRASIL, 2001), quanto a:

- **Coliformes a 45° C** – (Petrifilm™ EC, AOAC, 1995, Método 991.14) (AOAC, 2002);
- ***Salmonella sp.*** – através da utilização do Kit VIDAS – ICS (Vitek Immuno – Diagnostic Assay System – Immuno –concentration – Salmonella).

3.2.4 ANÁLISE SENSORIAL

Para a análise sensorial dos diferentes tipos de cristalização, foi aplicado o teste de aceitação com uma escala hedônica de nove pontos (Apêndice 1), segundo metodologia citada por ANZALDÚA–MORALEZ (1994), cujos extremos ancoram nos termos “1 - desgostei muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo”. Cinquenta provadores foram recrutados aleatoriamente entre alunos e professores do Departamento de Nutrição e de Engenharia Química da UFPE, tendo como critério de exclusão aversão ao produto. A aceitabilidade para cada atributo (Sabor, Aroma, Textura, Cor (analisada visualmente) e Qualidade Global) foi computada e expressa como médias das notas. Os produtos foram selecionados tomando como parâmetro o atributo Qualidade Global e calculados as percentagens das notas em todos os atributos,

considerando como “gostou” os seguintes pontos da escala hedônica de 9 pontos: gostei ligeiramente, gostei moderadamente, gostei muito e gostei muitíssimo, e para o “desgostou” os pontos: desgostei ligeiramente, desgostei moderadamente, desgostei muito e desgostei muitíssimo. A aceitabilidade foi considerada como ótima quando esteve acima de 90%, boa acima de 80%, moderada acima de 70% e, razoável acima de 60%. Concomitante aos estudos em Análise Sensorial foi realizado uma pesquisa com todos os consumidores, visando avaliar a tendência de consumo ou a intenção de compra das formulações com maiores notas no atributo Qualidade Global (Apêndice 2). Foi feita ao provador a seguinte pergunta: “Você compraria este produto caso fosse comercializado?”, devendo o provador responder sim ou não. Os dados foram computados e avaliados através de porcentagem.

3.2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados sensoriais e as análises físico-químicas foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA), o qual foi aplicado o teste F e Duncan para comparação das médias obtidas. Esta última análise utilizou-se também o teste “t” de student, ambos os testes foram ao nível de 5% de significância. Para verificar as relações entre os produtos obtidos e os atributos sensoriais foi realizada a Análise de Componente Principal (ACP). Os dados foram avaliados através do programa Statistica 6.1 (STATSOFT, 1997).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

ARTIGO 1.

(Artigo a ser submetido para publicação na Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos)

PROCESSO DE CRISTALIZAÇÃO DA ABÓBORA: INFLUÊNCIA DO TIPO E CONCENTRAÇÃO DO AGENTE OSMÓTICO

*Andréa Augusta Almeida de Assunção^{1**}*

Samara Alvachian Cardoso Andrade²

Margarida Angélica Vasconcelos²

Eliete Regina de Lima Silva³

¹ Mestranda do curso de Pós-graduação em Nutrição, Área Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

² Docentes do Programa de Pós-graduação em Nutrição, Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos Nonete Barbosa Guerra – LEAAL, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

³ Graduada no curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

** Endereço para correspondência: Rua Antônio Borges Uchôa, 304 – Engenho do Meio Recife/PE – CEP: 50730-230, Brasil

E.mail: andrea.deica@hotmail.com

RESUMO

PROCESSO DE CRISTALIZAÇÃO DA ABÓBORA: INFLUÊNCIA DO TIPO E CONCENTRAÇÃO DO AGENTE OSMÓTICO

A abóbora (*Curcubita moschata*) é uma espécie indígena americana com significativa participação na alimentação de muitos países devido as suas características nutricionais e à coloração atrativa. Algumas variedades são boas fontes de carotenóides, principalmente α -caroteno e β -caroteno. Além da importante atividade pró-vitamínica A, os carotenóides possuem função antioxidante, que trazem benefícios à saúde, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares e cânceres. Como a abóbora é perecível após o seu corte, a presente pesquisa teve como finalidade a cristalização deste fruto, no intuito de aumentar a vida de prateleira, evitar desperdícios e permitir transporte sem refrigeração. Foram utilizados três tipos de cristalização: 1. por três concentrações de xarope 30°, 50° e 70°Brix consecutivos (cristalização lenta tipo 1); 2. impregnação inicial de 20°Brix até a saturação de 70°Brix (cristalização lenta tipo 2) e 3. submetidos a um único xarope de 70°Brix (cristalização rápida). Cada xarope de cada tratamento foi formulado com sacarose, adicionado de 0, 10 ou 20% de glicose de milho, em seguida os cubos de abóbora foram submetidos à secagem a $65^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$, por 5 h aproximadamente. Após a cristalização estes produtos passaram pelo teste de aceitação, com escala hedônica de 9 pontos. Considerando como parâmetro o atributo qualidade global, os produtos selecionados foram submetidos a análises físico-químicas e microbiológicas durante o armazenamento de 0, 30, 60 e 90 dias, como também ao teste de intenção de compra. Os tratamentos selecionados foram CL2A: cristalização pelo processo lento tipo 2 (20°Brix a 70°Brix, com 100% de sacarose) e CL1C: cristalização pelo processo lento tipo 1 (30°Brix, 50°Brix e 70°Brix, com 80% sacarose e 20% glicose), este último teve maior perda de umidade e melhor conservação dos compostos durante os 90 dias e o primeiro prevaleceu a intenção de compra. Ambos constituem uma boa alternativa para conservar e diversificar a oferta da abóbora e atenderam à legislação brasileira em vigor.

Palavras-chave: cristalização, abóbora, secagem, conservação de alimentos.

ABSTRACT

PROCESS CRYSTALLIZATION OF THE PUMPKIN: INFLUENCE OF TYPE AND CONCENTRATION OF OSMOTIC AGENT

The pumpkin (*Curcubita moschata*) is a native American species with a significant stake in power in many countries due to its nutritional characteristics and attractive color. Some varieties are good sources of carotenoids, mainly β -carotene and α -carotene. Besides the important pro-vitamin A activity, the carotenoids have antioxidant function, which provide benefits to health, reducing the risk of cardiovascular diseases and cancers. As the pumpkin is perishable after its cut, this research aimed at the crystallization of this fruit, in order to increase shelf life, avoid waste and to transport without refrigeration. We used three types of crystallization: 1. three concentrations of syrup 30°Brix, 50°Brix and 70°Brix consecutive (slow crystallization type 1), 2. initial impregnation of 20°Brix by the saturation of 70°Brix (slow crystallization type 2) and 3. undergone a single syrup 70°Brix (rapid crystallization). Each syrup each treatment was formulated with sucrose, the addition of 0, 10 or 20% glucose from corn, then the pumpkin cubes were subjected to drying at $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ for approximately 5 hours. Upon crystallization these products passed the test of acceptance, with hedonic scale of 9 points. Taking as parameter the attribute overall quality, the products were submitted to physical-chemical analysis and microbiological during storage of 0, 30, 60 and 90 days, but the test of intention to purchase. The treatments selected were CL2A: crystallization by slow type 2 (20°Brix to 70°Brix, with 100% sucrose) and CL1C: crystallization by slow type 1 (30°Brix, 50°Brix and 70°Brix, with 80% sucrose and 20% glucose), the latter had greater loss of moisture and better conservation of the compounds during the first 90 days and intend to purchase prevailed. Both are a good alternative to conserve and diversify the supply of pumpkin and attended the Brazilian legislation in force.

Keywords: crystallization, pumpkin, drying, storage of food.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a demanda por produtos naturais, saudáveis e a base de frutas e hortaliças tem crescido rapidamente, não apenas como produtos acabados, mas também como ingredientes a serem incluídos em alimentos, como sorvetes, cereais, laticínios, produtos de confeitaria e panificação (LIMA *et al.*, 2004). A preocupação com a qualidade dos produtos é decorrente do mercado consumidor cada vez mais exigente.

A abóbora conhecida no Nordeste do Brasil como jerimum, é bastante consumida nesta região e ocupa o quinto lugar em volume de comercialização no Estado de Pernambuco, e o sétimo lugar entre as hortaliças mais cultivadas no Brasil (SILVA, 1996).

Existem vários formatos, tamanhos e cores de abóboras, todos com a casca bem grossa, dura e sem brilho. Casca com brilho indica que estes foram colhidos muito novos, não amadurecerão totalmente e são de menor qualidade quando comparados aos totalmente maduros. Apesar de durarem cerca de três meses após a colheita, em local fresco e seco, é altamente perecível ao ser cortado, pelo alto teor de umidade que possui.

A industrialização surge, portanto, como alternativa para reduzir os desperdícios após o seu corte, melhorando a sua conservação e propiciando alternativa para o seu consumo, além de agregar valores à agroindústria deste fruto com conseqüente melhoria de renda para o produtor.

Neste contexto, a cristalização apresenta-se como alternativa para reduzir a umidade inicial do fruto. Este processo consiste na imersão do alimento em um xarope de baixa concentração, até que atinja equilíbrio através da perda de água por parte do alimento e absorção do açúcar, em níveis que impeçam a deterioração (SOLER, 1988).

Diante do exposto a presente pesquisa teve como objetivo a cristalização da abóbora por diferentes tratamentos e avaliar sensorialmente os produtos cristalizados. Os preferidos foram avaliados quanto as análises físico-químicas e microbiológicas durante 90 dias de armazenamento, como também a intenção de compra pelo consumidor.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

2.1.1 MATÉRIA-PRIMA

Para realização desta pesquisa foram utilizadas abóboras (*Curcubita moschata*), adquiridas no Centro de Abastecimento Alimentar de Pernambuco (CEASA/PE) e nos supermercados da cidade de Recife – PE.

2.1.2 MATERIAL PARA A SOLUÇÃO OSMÓTICA

1. Sacarose comercial;
2. Xarope de glicose;
3. Hipoclorito de sódio;
4. Ácido sórbico;
5. Cloreto de cálcio;
6. Ácido cítrico;

2.1.3 EQUIPAMENTOS

1. Vidraria e equipamentos diversos necessários às análises;
2. Balança semi-analítica e analítica;
3. Estufa com circulação de ar da marca Marconi modelo MA – 035/5;
4. Refratômetro de bancada.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 CRISTALIZAÇÃO

A cristalização da abóbora foi procedida conforme a Figura 1.

As abóboras foram avaliadas quanto ao grau de maturação e presença de defeitos, lavadas

para retirada de sujidades aderidas à casca e na seqüência imersas em hipoclorito de sódio (20ppm) por 20 min. Em seguida foram partidas manualmente com faca de aço inoxidável, retiradas as cascas e sementes e cortadas em forma de cubos de aproximadamente 2 cm de face, branqueadas em solução aquosa de ácido sórbico (500ppm), a 100°C, por 3 minutos (AZAREDO e JARDINE, 2000) e lavadas em água corrente. Na seqüência foram imersas em solução de cloreto de cálcio (0,5%) por 30 minutos (PICOLOTTO *et al.*, 2002) e drenadas. Dando prosseguimento a abóbora foi cristalizada por diferentes tratamentos: 1. por três concentrações de xarope 30°, 50° e 70°Brix consecutivos (cristalização lenta tipo 1); 2. impregnação inicial de 20°Brix até a saturação de 70°Brix (cristalização lenta tipo 2) e 3. submetidos a um único xarope de 70°Brix (cristalização rápida). Os xaropes de cada tratamento foram formulados com sacarose, adicionado de 0, 10 ou 20% de glicose de milho, conforme a fórmula descrita por JACKIX (1988), aos quais foram adicionados ácido cítrico. As abóboras foram imersas nestes xaropes e aquecidas até fervura por 15 minutos, seguido de repouso por 24 horas a temperatura ambiente. Prosseguindo as abóboras foram drenadas, colocadas em papel absorvente, para retirar o excesso de xarope e levadas para secagem em uma estufa com circulação de ar a 65°C ± 5°C, no qual permaneceram aproximadamente por 5 horas, tempo necessário para atingir umidade entre 22 a 25% (BRASIL. Resolução RDC n°. 272, 2005). Os cubos cristalizados foram acondicionadas em sacos de polietileno e identificados por tratamento, armazenados em temperatura ambiente ao abrigo da luz para serem em seguida testados sensorialmente. Nomenclatura utilizada para os diferentes tratamentos: CRA: cristalização rápida (100% sacarose); CRB: cristalização rápida (90% sacarose + 10% glicose); CRC: cristalização rápida (80% sacarose + 20% glicose); CL1A: cristalização lenta tipo 1 (100% sacarose) ; CL1B: cristalização lenta tipo 1 (90% sacarose + 10% glicose); CL1C: cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose); CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose); CL2B: cristalização lenta tipo 2 (90% sacarose + 10% glicose) e CL2C: cristalização lenta tipo 2 (80% sacarose + 20% glicose).

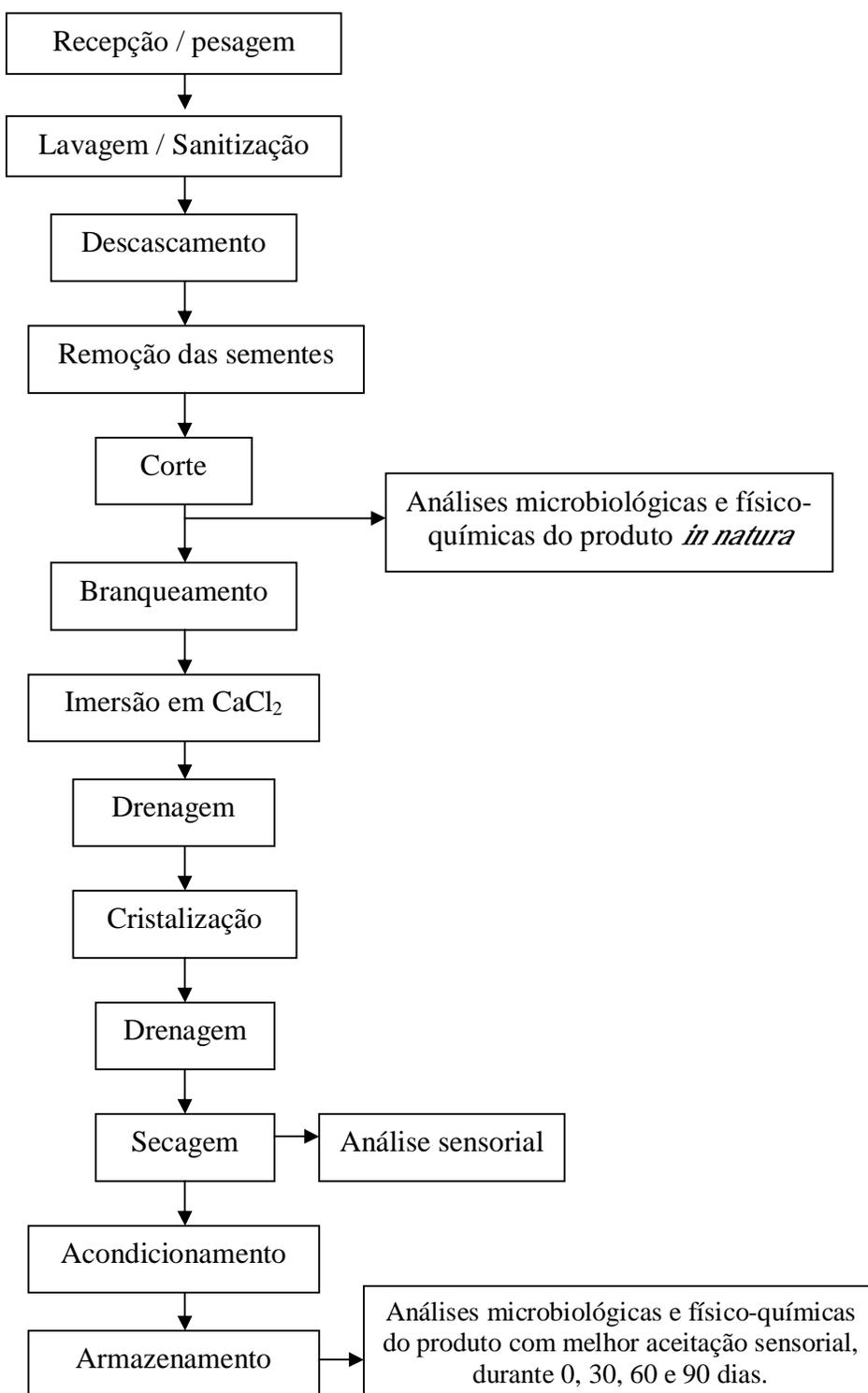


FIGURA 1. Fluxograma para obtenção da abóbora cristalizada.

2.2.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A abóbora *in natura* e o produto preferido através da análise sensorial foram avaliados no intervalo de 0, 30, 60 e 90 dias, quanto aos parâmetros que se seguem:

Determinação do pH – foi realizada conforme as NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005);

Açúcar total e açúcar redutor – foram determinados pelo método de Felhing conforme as NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005);

Sólidos solúveis totais – foram determinados por leitura direta, em refratômetro de bancada, marca AUS JENA 932.14C (AOAC, 2002);

Umidade - foi determinada em estufa a 105°C, até peso constante (AOAC, 2002; Method 985.14). Peso – em balança semi-analítica da marca Polimate.

Proteínas – foram determinadas pelo método de Micro – Kjeldhal (AOAC, 2002);

Lipídeos - foram determinados pelo extrator de Soxhlet (AOAC, 2002);

Cinzas – foram determinadas, por método gravimétrico, com incineração da amostra em mufla por 4 horas à temperatura de 550°C (AOAC, 2002);

Carotenóides totais – foram determinados pelo método de RODRIGUEZ-AMAYA, D. B., 1999;

Vitamina A – foi determinada pelos métodos do NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC, 1989) e do INSTITUTE OF MEDICINE (IOM, 2001) descritos em TRUMBO *et al.*, 2003.

Nos diferentes tratamentos de cristalização pesquisados foram calculados os seguintes parâmetros:

1. Perda de umidade* – calculada em termos percentuais, com base no peso inicial do material, antes da cristalização:

$$PU(\%) = \frac{(U_{ix}M_i - U_{fx}M_f)}{M_i} \times 100 \quad \text{(Equação 1)}$$

2. Incorporação de sólidos (IS)* – calculado através da equação 2:

$$IS(\%) = \frac{(\text{° Brix}f \times Mf - \text{° Brix}i \times Mi)}{Mi} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

sendo:

$IS(\%)$ = Incorporação de sólidos;

° $Brix_i$ = Teor inicial de sólidos solúveis totais do material;

° $Brix_f$ = Teor final de sólidos solúveis totais do material;

$PU(\%)$ = Perda de umidade com base inicial do material;

U_i = Teor inicial de umidade da matéria;

U_f = Teor final de umidade da matéria;

M_i = Massa total inicial da matéria;

M_f = Massa total final da matéria;

* Calculados segundo LARANJEIRA (1997)

2.2.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A abóbora *in natura* e o produto preferido através da análise sensorial foram avaliados no intervalo de 0, 30, 60 e 90 dias, de acordo com a Resolução RDC nº12/01 (BRASIL, 2001), quanto a:

- **Coliformes a 45° C** – (PetrifilmTM EC, AOAC, 1995, Método 991.14) (AOAC, 2002);

- ***Salmonella sp.*** – através da utilização do Kit VIDAS – ICS (Vitek Immuno – Diagnostic Assay System – Immuno –concentration – Salmonella).

2.2.4 ANÁLISE SENSORIAL

Para a análise sensorial dos diferentes tipos de cristalização, foi aplicado o teste de aceitação com uma escala hedônica de nove pontos (Apêndice 1), segundo metodologia citada por ANZALDÚA–MORALEZ (1994), cujos extremos ancoram nos termos “1 - desgostei muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo”. Cinquenta provadores foram recrutados aleatoriamente entre alunos e professores do Departamento de Nutrição e de Engenharia Química da UFPE, tendo como critério de exclusão aversão ao produto. A aceitabilidade para cada atributo (Sabor, Aroma, Textura, Cor (analisada visualmente) e Qualidade Global) foi computada e expressa como médias das notas. Os produtos foram selecionados tomando como parâmetro o atributo Qualidade Global e calculados as percentagens das notas em todos os atributos, considerando como “gostou” os seguintes pontos da escala hedônica de 9 pontos: gostei ligeiramente, gostei moderadamente, gostei muito e gostei muitíssimo, e para o “desgostou” os pontos: desgostei ligeiramente, desgostei moderadamente, desgostei muito e desgostei muitíssimo. A aceitabilidade foi considerada como ótima quando esteve acima de 90%, boa acima de 80%, moderada acima de 70% e, razoável acima de 60%. Concomitante aos estudos em Análise Sensorial foi realizado uma pesquisa com todos os consumidores, visando avaliar a tendência de consumo ou a intenção de compra das formulações com maiores notas no atributo Qualidade Global (Apêndice 2). Foi feita ao provador a seguinte pergunta: “Você compraria este produto caso fosse comercializado?”, devendo o provador responder sim ou não. Os dados foram computados e avaliados através de porcentagem.

2.2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados sensoriais e as análises físico-químicas foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA), o qual foi aplicado o teste F e Duncan para comparação das médias obtidas. Esta última análise utilizou-se também o teste “t” de student, ambos os testes foram ao nível de 5% de significância. Para verificar as relações entre os produtos obtidos e os atributos sensoriais foi realizada a Análise de Componente Principal (ACP). Os dados foram avaliados através do programa Statistica 6.1 (STATSOFT, 1997).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Os resultados da caracterização físico-química da abóbora *in natura* (Tabela 1), permitem verificar que este fruto como a maioria das frutas e hortaliças apresentam alto conteúdo de umidade e baixo percentual de proteína, conforme FIGUEIREDO (1984).

TABELA 1. Caracterização físico-química da parte comestível da abóbora *in natura*

PARÂMETROS*	RESULTADOS
Umidade (g%)	89,53
Proteínas (g% Nx6,25)	0,70
Lípidios (g%)	0,36
Cinzas (g%)	0,61
Açúcares redutores totais (g%)	1,75
Açúcares totais (g%)	5,11

* Média de três determinações.

Do ponto de vista nutricional, a abóbora pode ser vista como uma rica fonte de nutrientes essenciais à saúde humana, dentre os quais se destacam os carotenóides. Alguns destes carotenóides são de grande relevância, pois podem ser convertidos em vitamina A, substância que com pouca frequência é ingerida pela população nordestina, resultando em altos índices de hipovitaminose A nesta região.

3.2 ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados do teste de aceitabilidade encontram-se na Tabela 2.

Pode-se verificar nesta tabela que o produto CL2A obteve maior nota no atributo sabor. De acordo com CHAIB (1983) este atributo é o mais importante na determinação da aceitabilidade de um alimento. Os atributos sensoriais, tais como cor, aroma, textura e sabor entre outros, são fatores que influenciam a utilização de frutas cristalizadas em vários produtos.

Ao analisar a primeira componente principal (PC1) (Figura 2) que reproduz 52,54%, constata-se que a abóbora cristalizada pelo método CL2A obteve escores mais negativos, sendo, portanto melhor representado pelos atributos sensoriais: aroma, sabor e qualidade global, fato confirmado pelas maiores e significativas notas ($p < 0,05$) obtidas em todos estes atributos (Tabela 2), ressaltando que neste último não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) entre a abóbora cristalizada pelo método CL1C e o CL2A.

Com relação a segunda componente principal (PC2) que representa 26,81% das informações, pode-se observar que as abóboras cristalizadas pelos métodos CL1B e CL2B possuem escores negativos, caracterizando estes produtos pelo atributo cor, que de acordo com a Tabela 2 diferenciaram significativamente das demais abóboras cristalizadas. Estes resultados podem ser explicados pela pesquisa realizada por SABAA-SRUR (1996) que verificou na saturação de vegetais com açúcares, que a glicose utilizada no xarope reduziu o nível de doçura, conferiu brilho ao produto final e evitou que o mesmo ficasse muito seco.

Os tratamentos térmicos afetam a textura dos alimentos, tais como a firmeza. O impacto térmico provoca rompimento de membranas celulares, permitindo a difusão de água e moléculas de baixo peso, resultando em perdas (GREVE *et al.*, 1994) e, conseqüentemente, desenvolve uma textura tipo borracha. No entanto, posteriormente ocorre um aumento da solubilização de substâncias pécticas e perda de turgescência (CHANG, LAI e CHANG, 1995; GALINDO, TOLEDO e SJÖHOLM, 2005; SMOUT *et al.*, 2005; WALDRON, PARKER e SMITH, 2003), o que pode ser explicado pelas maiores notas obtidas no atributo textura dos produtos CL1A e CL1C, diferindo significativamente das demais, ressaltando que ambas não apresentaram textura de borracha, provavelmente devido a cristalização ter sido realizada em três concentrações consecutivas (30°Brix, 50°Brix e 70°Brix) levando assim menor tempo da abóbora imersa no xarope.

TABELA 2. Médias das notas obtidas para os atributos sensoriais de abóboras cristalizadas

	Aroma	Cor	Sabor	Textura	Qualidade Global
CRA	5,92de	6,32f	6,07c	5,57d	6,17b
CRB	7,47b	6,90d	6,27b	6,34b	6,28b
CRC	5,67f	6,52e	5,89d	5,21e	5,47c
CL1A	5,91de	7,24b	5,96cd	6,76a	6,34b
CL1B	6,02ce	7,88a	5,94d	6,48b	6,23b
CL1C	6,04ce	7,19bc	6,27b	6,83a	7,74a
CL2A	7,83a	7,11c	7,82a	6,01c	7,88a
CL2B	6,0ce	7,89a	5,85d	5,92c	6,01b
CL2C	6,18c	7,22b	5,07e	4,94f	5,44c

Médias seguidas de letras iguais na vertical não diferem significativamente ao nível de 5% de significância pelo teste de Duncan. CRA: Cristalização rápida (100% sacarose); CRB: Cristalização rápida (90% sacarose + 10% glicose); CRC: Cristalização rápida (80% sacarose + 20% glicose); CL1A: Cristalização lenta tipo 1 (100% sacarose); CL1B: Cristalização lenta tipo 1 (90% sacarose + 10% glicose); CL1C: Cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose); CL2A: Cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose); CL2B: Cristalização lenta tipo 2 (90% sacarose + 10% glicose) e CL2C: Cristalização lenta tipo 2 (80% sacarose + 20% glicose).

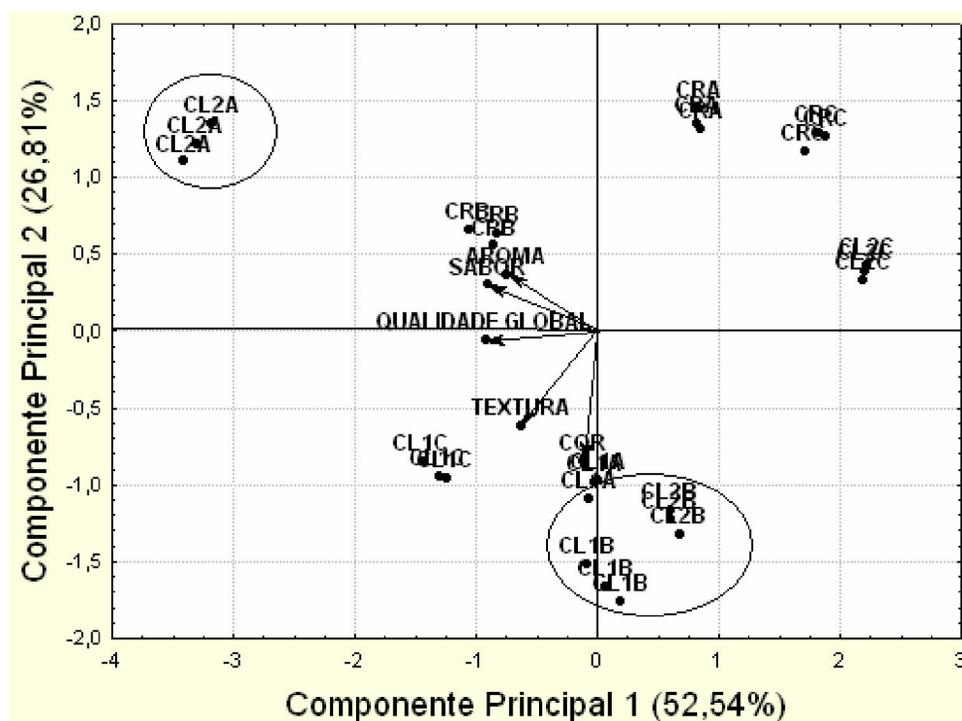


FIGURA 2. Bidimensional da Análise de Componentes Principais dos termos descritores das amostras de abóbora. As letras maiúsculas correspondem às amostras que foram pesquisadas CRA: Cristalização rápida (100% sacarose); CRB: Cristalização rápida (90% sacarose + 10% glicose); CRC: Cristalização rápida (80% sacarose + 20% glicose); CL1A: Cristalização lenta tipo 1 (100% sacarose); CL1B: Cristalização lenta tipo 1 (90% sacarose + 10% glicose); CL1C: Cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose); CL2A: Cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose); CL2B: Cristalização lenta tipo 2 (90% sacarose + 10% glicose) e CL2C: Cristalização lenta tipo 2 (80% sacarose + 20% glicose).

Como foi visto anteriormente, os produtos que obtiveram maiores notas no atributo qualidade global foram CL1C e CL2A e por isso foram os produtos mais aceitos. Ao analisar as Figuras 3 e 4 pode-se verificar que o atributo Aroma foi mais perceptível na amostra CL2A, (70%), provavelmente a sacarose impregnada na fruta contribuiu para este efeito como também para o atributo sabor, ou seja, 78% dos consumidores gostaram do sabor da amostra CL2A (Figuras 5 e 6), ressaltando que esta amostra teve um percentual maior no atributo qualidade global (80%), embora como vimos anteriormente, ambas não tiveram diferença significativa neste atributo ($p < 0,05$) (Figuras 7 e 8) e (Tabela 2).

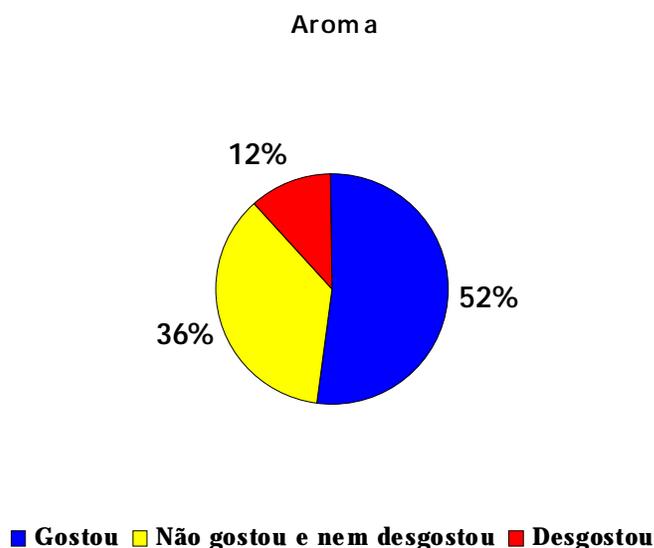


FIGURA 3. Aceitabilidade do Aroma do produto CL1C: Cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose).

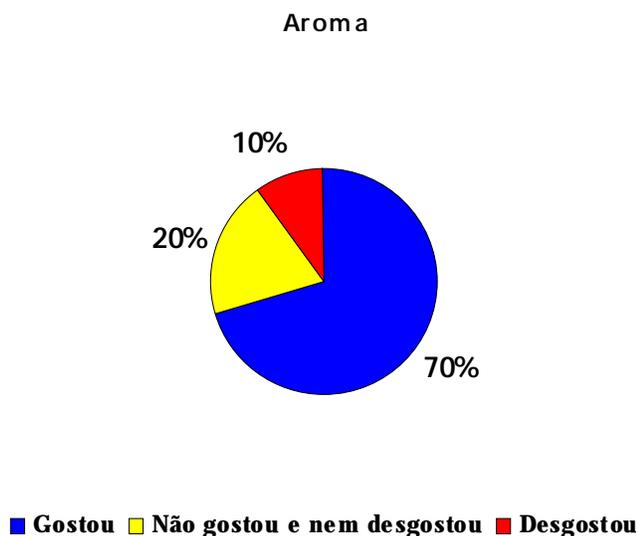
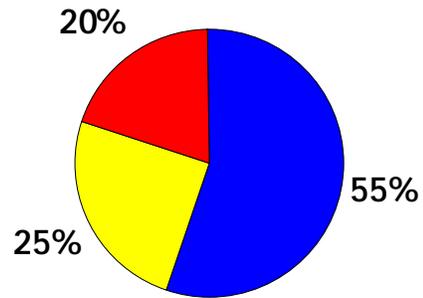


FIGURA 4. Aceitabilidade do Aroma do produto CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).

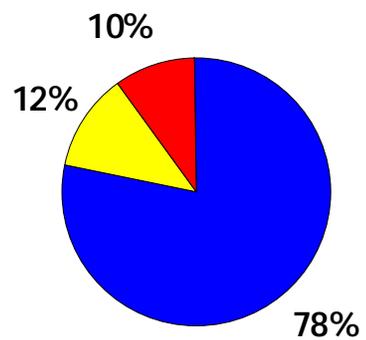
Sabor



■ Gostou ■ Não gostou e nem desgostou ■ Desgostou

FIGURA 5. Aceitabilidade do Sabor do produto CL1C: cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose).

Sabor



■ Gostou ■ Não gostou e nem desgostou ■ Desgostou

FIGURA 6. Aceitabilidade do Sabor do produto CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).

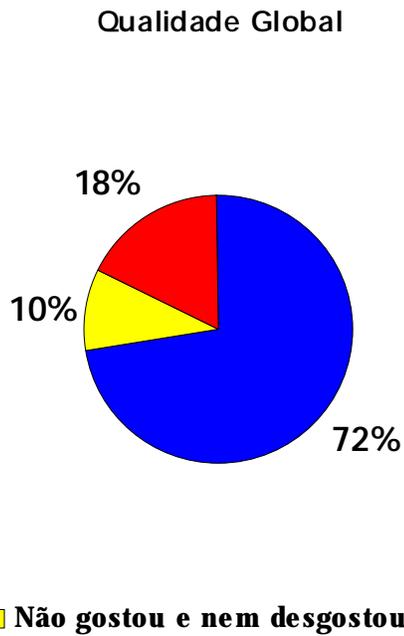


FIGURA 7. Aceitabilidade da Qualidade Global do produto CL1C: cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose).

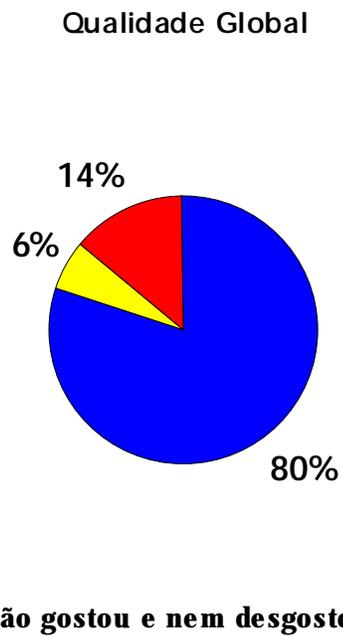


FIGURA 8. Aceitabilidade da Qualidade Global do produto CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).

Quanto ao atributo Textura (Figuras 9 e 10), 80% dos consumidores gostaram da textura da amostra CL1C, embora esta tenha tido uma perda de umidade maior em relação a CL2A (Tabela 3). Este fato pode ser explicado pela cristalização da amostra CL1C ter sido realizada em três concentrações consecutivas, ou seja, mais rápida que a CL2A, evitando assim o enrugamento do fruto.

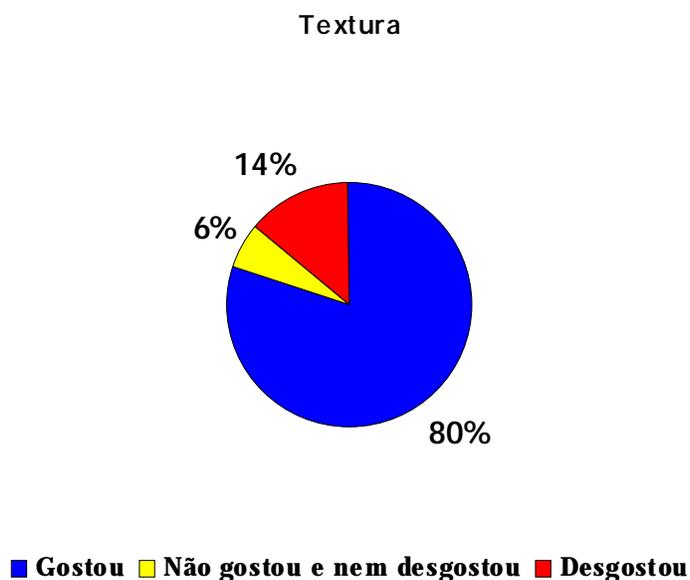


FIGURA 9. Aceitabilidade da Textura do produto CL1C: cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose).

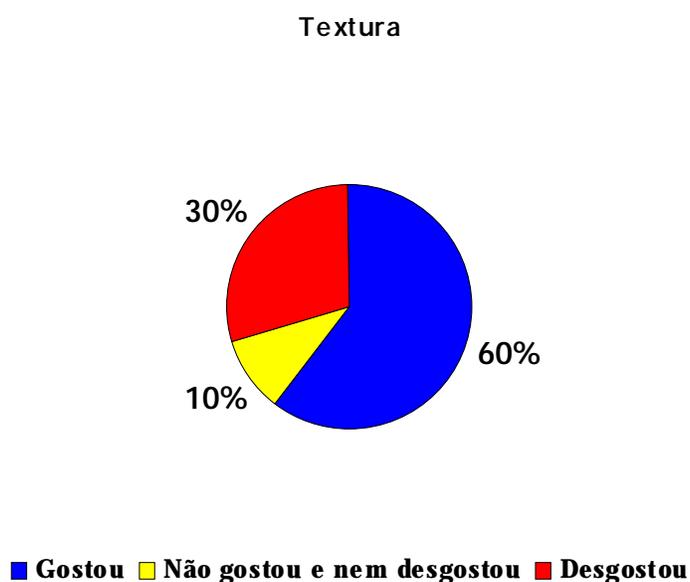


FIGURA 10. Aceitabilidade da Textura do produto CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).

Quanto ao atributo cor (Figuras 11 e 12), pode-se constatar a visualização melhor da cor pelos consumidores na amostra CL1C, possivelmente devido à presença da glicose, a qual tem a capacidade de ressaltar melhor a cor do fruto, pois inibe a perda de carotenóides.



FIGURA 11. Aceitabilidade da Cor do produto CL1C: cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose).

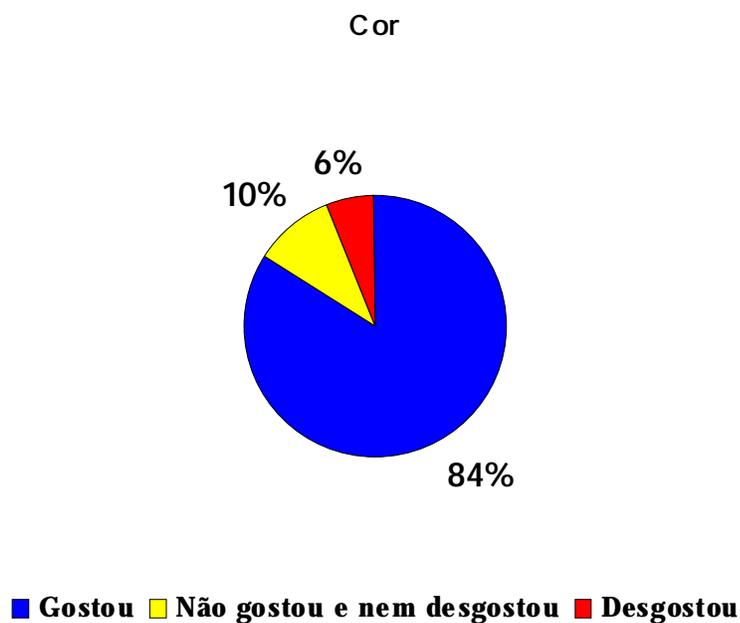


FIGURA 12. Aceitabilidade da Cor do produto CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).

Os resultados mostrados nas Figuras 13 e 14 indicaram uma intenção de consumo maior para o produto CL2A, dentre os motivos relatados que levariam ao consumo seria o sabor mais doce em contrapartida ao CL1C.

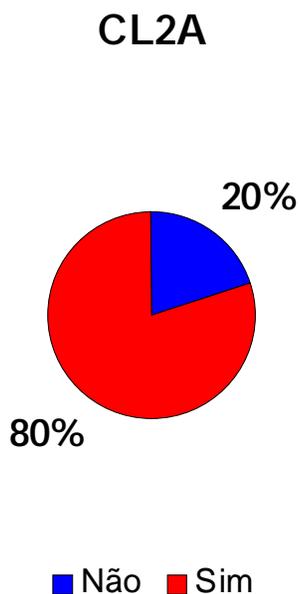


FIGURA 13. Porcentagem de intenção de consumo da amostra CL2A: cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).

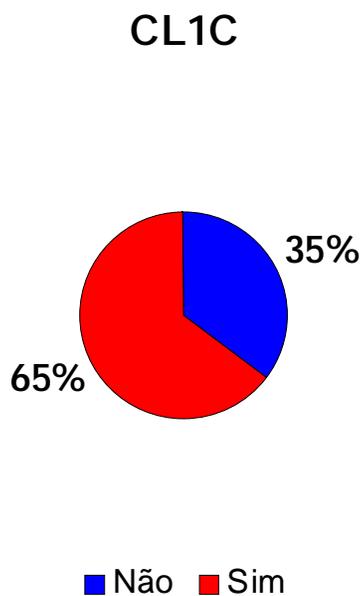


FIGURA 14. Porcentagem de intenção de consumo da amostra CL1C: cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% Glicose).

3.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS

Segundo NETO *et al.*, 2005, na desidratação osmótica a perda de água é acompanhada por incorporação de sólidos como consequência das trocas difusionais que ocorrem durante o processo, devido aos gradientes de concentração.

De acordo com o observado na variação da umidade da abóbora *in natura* em relação ao processo de cristalização, houve uma maior perda de umidade na abóbora tratada com 20% de glicose e 80% de sacarose (CL1C) (Tabela 3 e Figura 15). Corroborando com esse resultado, KOWALSKA *et al.* (2008) pesquisando o efeito do branqueamento e congelamento na desidratação osmótica de abóbora com diferentes agentes osmóticos, observaram que a difusão efetiva do coeficiente de água foi mais elevada em soluções de glicose, diferentemente do obtido em soluções de sacarose.

Quanto à incorporação de sólidos (Tabela 3), o produto CL2A obteve maiores valores e significativos, resultados contrários à explicação de diversos autores ao afirmar que solutos de alto peso molecular favorece a perda de água e reduz o ganho de sólidos, enquanto sacarídeos de baixa massa molecular como a glicose, frutose e sorbitol, favorecem o ganho de açúcares devido à alta velocidade de penetração das moléculas nos tecidos vegetais, aumentando o ganho de sólidos e reduzindo a perda de água, desfavorecendo o processo de desidratação (LERICI *et al.*, 1985; TORREGGIANI, 1993; RAOULT-WACK, 1994; FERRARI *et al.*, 2005 e DIONELLO *et al.*, 2007).

TABELA 3. Médias dos resultados obtidos para PU (%) e IS (%)

	PU (%)	IS (%)
CRA	52,25i	64,97g
CRB	53,38h	62,20h
CRC	55,61g	60,03i
CL1A	60,02c	73,92d
CL1B	60,38b	73,52e
CL1C	61,25a	73,02f
CL2A	57,00f	75,03a
CL2B	57,32e	74,32b
CL2C	58,41d	74,02c

PU: perda de umidade; IS: incorporação de sólidos. CRA: Cristalização rápida (100% sacarose); CRB: Cristalização

rápida (90% sacarose + 10% glicose); CRC: Cristalização rápida (80% sacarose + 20% glicose); CL1A: Cristalização lenta tipo 1 (100% sacarose); CL1B: Cristalização lenta tipo 1 (90% sacarose + 10% glicose); CL1C: Cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose); CL2A: Cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose); CL2B: Cristalização lenta tipo 2 (90% sacarose + 10% glicose) e CL2C: Cristalização lenta tipo 2 (80% sacarose + 20% glicose).

MAYOR *et al.* (2006) ao desidratarem osmoticamente abóbora (*Cucurbita maxima*) observaram que a perda de água era superior ao ganho de sólidos, independente do tipo de açúcar empregado e que o ganho de sólidos era maior quando se utilizava açúcar de baixo peso molecular em relação ao de alto peso molecular. Este comportamento pode ser devido à estrutura morfológica dos açúcares utilizados durante o processo. Segundo LENART e FLINK (1984), moléculas de sacarose acumulam-se na superfície do citoplasma e, dessa forma podem criar crostas durante a secagem, gerando um obstáculo para a transferência de água. Além desses autores, ZENOOZIAN e DEVAHASTIN (2009) descrevem que sendo moléculas menores, em comparação com sacarose, sorbitol e glicose provavelmente poderiam penetrar mais profundamente na abóbora, formando uma camada periférica menos concentrada e com menores chances de cristalização da superfície.

Na figura 15 verifica-se que em relação às proteínas houve perdas significativas em ambas às amostras (CL1C e CL2A), estas perdas foram menores para a primeira amostra. Em relação aos açúcares redutores totais houve um aumento significativo ($p < 0,05$) para a amostra CL1C, devido à presença da glicose. Ainda nesta figura nota-se um aumento significativo ($p < 0,05$) dos açúcares totais, do ponto de vista nutricional pode-se afirmar que os dois processos propiciaram maior valor energético da abóbora. Do ponto de vista econômico, pode-se ressaltar o baixo custo dos agentes osmóticos e a possibilidade de reutilização destes agentes.

Quanto aos lipídios pode-se afirmar que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) da abóbora *in natura* para os demais, ao passo que as cinzas tiveram comportamento contrário.

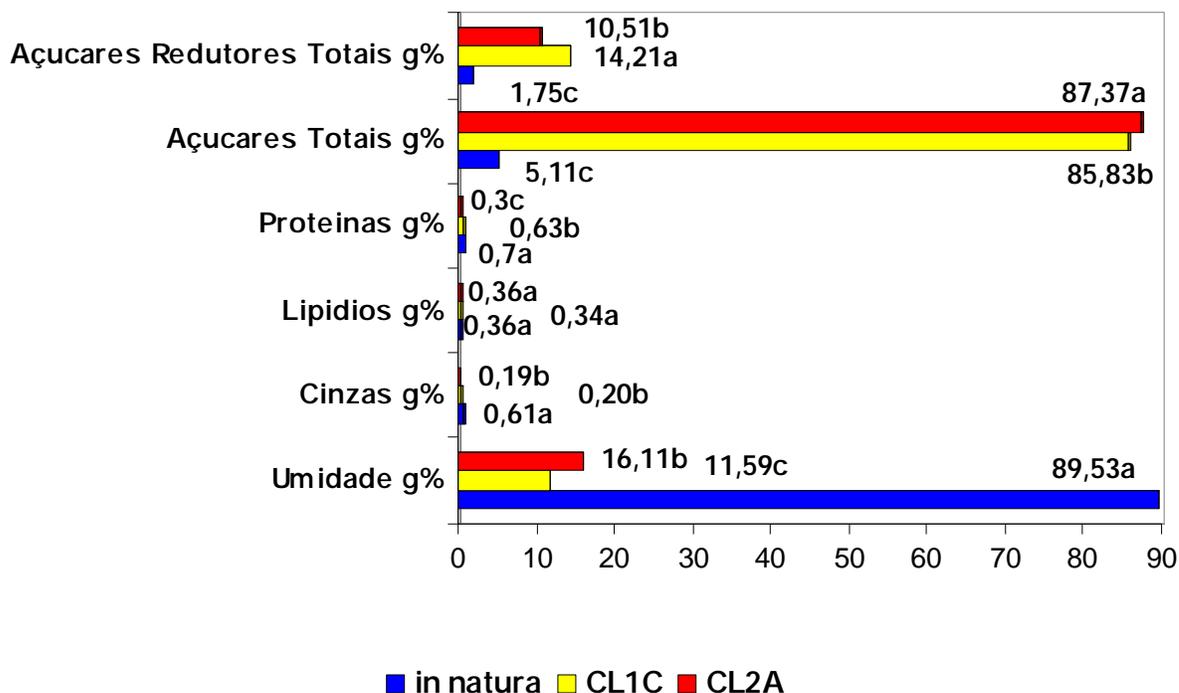


FIGURA 15. Efeitos da cristalização na abóbora *in natura*, sobre a composição físico-química das amostras CL1C: 20% Glicose/80% Sacarose e CL2A: 100% Sacarose. Letras iguais na mesma análise não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan.

Pode-se verificar na tabela 4 que ao longo do armazenamento houve diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação a todas as análises para as amostras CL2A e CL1C, ao ser comparado com o controle (tempo zero), exceto para este último que a umidade permaneceu sem alterações.

Ao comparar os dois tipos de cristalização (CL2A e CL1C) (Tabela 4) pode-se observar que a perda de umidade foi significativamente maior ($p < 0,05$) para este último, como dito anteriormente, como também este tratamento preservou mais ao longo dos 90 dias as cinzas, proteínas, carotenóides e vitamina A, ressaltando que os lipídios não deram diferença significativa ($p > 0,05$).

TABELA 4. Médias das análises físico-químicas durante 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento, da cristalização lenta tipo 1 e tipo 2 com 20% de glicose e 80% de sacarose e 100% de sacarose respectivamente.

	Dias de armazenamento							
	CL1C				CL2A			
	0	30	60	90	0	30	60	90
Umidade g%	11,59±0,05Ba	11,31±0,05Ba	11,67±0,45Ba	11,32±0,32Ba	16,11±0,54Aac	15,48±0,35Abc	13,17±0,35Ac	16,22±0,10Aa
Cinzas g%	0,28±0,05Ab	0,35±0,01Aa	0,25±0,02Ab	0,29±0,01Ab	0,2±0,02Ab	0,23±0,01Ba	0,16±0,01Bc	0,17±0,01Bc
Lipídios g%	0,34±0,03Aa	0,33±0,03Aa	0,24±0,01Ab	0,20±0,01Bc	0,36±0,01Aa	0,38±0,01Aa	0,26±0,01Ab	0,28±0,01Ab
Proteínas g%	0,63±0,03Ac	0,72±0,03Ab	0,77±0,03Aa	0,43±0,01Ad	0,30±0,01Bc	0,40±0,01Ba	0,20±0,01Bd	0,37±0,01Bb
Carotenóides Totais µg/100g	176,41±1,20Aa	153,93±0,99Ab	147,77±1,08Ac	129,53±0,42Ad	151,37±0,15Ba	109,67±1,15Bb	77,40±0,2Bc	74,07±0,30Bd
UI Vitamina A	24,48±0,16Aa	21,36±0,14Ab	20,52±0,13Ac	17,97±0,28Ad	20,90±0,08Ba	15,14±0,03Bb	10,76±0,04Bc	10,27±0,03Bd
Açúcares Totais g%	85,83±0,01Aa	77,58±1,09Bb	75,26±0,07Ac	57,82±0,21Bd	87,37±0,02Ba	82,80±0,01Ab	66,66±0,01Bd	70,41±0,04Ac
Açúcares Redutores Totais g%	14,21±0,03Aa	13,30±0,81Ab	11,22±0,07Ac	10,20±0,89Ad	10,51±0,01Bb	13,63±0,01Aa	9,90±0,10Bc	9,31±0,04Bd

Letras minúsculas iguais na horizontal no mesmo tipo de cristalização não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste de Duncan; Letras maiúsculas iguais na horizontal, no mesmo dia de armazenamento em tipos diferentes de cristalização não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste “t” de student; CL1C: Cristalização lenta tipo 1 (80% sacarose + 20% glicose); CL2A: Cristalização lenta tipo 2 (100% sacarose).

De acordo com a figura 16, o tratamento CL1C demonstrou valor maior e significativo ($p < 0,05$), que o CL2A, tanto nos carotenóides como na vitamina A, o qual demonstrou efeito protetor para esses compostos em relação à fruta *in natura*, confirmado também pela tabela 4 ao longo do armazenamento (90 dias). Como o objetivo é manter ao máximo estes valores, pois os carotenóides evitam a formação de radicais livres no corpo e previnem tumores e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, mas são compostos extremamente susceptíveis às reações oxidativas, devido ao alto grau de insaturação das ligações, fica claro a preferência pelo produto CL1C. Durante as várias etapas da cristalização, a estrutura celular e os seus componentes podem ser quebrados, expondo os carotenóides a fatores adversos, levando-os à destruição. A estabilidade varia largamente no processamento e na estocagem, dependendo da temperatura, disponibilidade de oxigênio, exposição à luz, atividade de água, acidez e da própria estrutura (ALVES *et al.*, 2005).

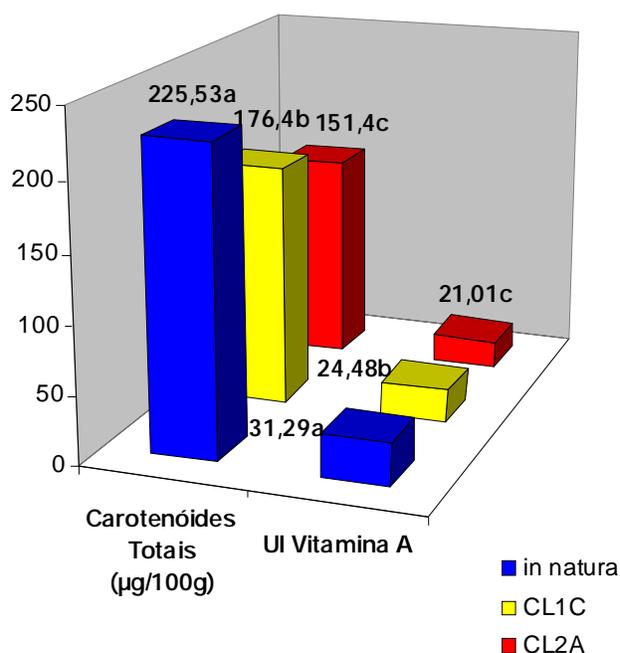


FIGURA 16. Efeitos da cristalização sobre a Vitamina A e os Carotenóides Totais. CL1C: 20% Glicose/80% Sacarose e CL2A: 100% Sacarose. Letras iguais na mesma análise não diferem significativamente ao nível de 5% de significância pelo teste de Duncan.

Durante todo o período de armazenamento os produtos (CL1C e CL2A) apresentaram valores de Coliformes a 45°C inferiores a 10 UFC/g e a presença de *Salmonella sp.* não foi detectada (Tabela 5), o que pode-se afirmar que atenderam à legislação brasileira em vigor (BRASIL, 2001), confirmando as boas práticas de fabricação e as adequadas condições higiênico-sanitárias em todas as etapas de processamento.

Estes resultados acima podem ser atribuídos à presença de aditivos como ácido sórbico e ácido cítrico para baixar o pH, como recomenda a legislação pertinente, desfavorecendo o desenvolvimento da maioria dos microorganismos na abóbora, aumentando a estabilidade da mesma, tendo assim maior tempo de vida de prateleira.

TABELA 5. Resultados das análises microbiológicas da abóbora *in natura* comparadas ao tempo de armazenamento com a cristalização CL1C (Lenta tipo 1, 80% de sacarose e 20% de glicose) e CL2A (Lenta tipo 2, 100% de sacarose).

	CL1C (80% sacarose e 20% glicose)		CL2A (100% sacarose)	
	Coliformes a 45°C UFC/g	<i>Salmonella sp.</i>	Coliformes a 45°C UFC/g	<i>Salmonella sp.</i>
Abóbora <i>in natura</i>	<10	Ausência em 25g	<10	Ausência em 25g
0	<10	Ausência em 25g	<10	Ausência em 25g
30	<10	Ausência em 25g	<10	Ausência em 25g
60	<10	Ausência em 25g	<10	Ausência em 25g
90	<10	Ausência em 25g	<10	Ausência em 25g

Diante destes resultados pode-se afirmar que o CL1C constitui uma boa alternativa para conservar a abóbora e diversificar a sua oferta.

4. CONCLUSÕES

Nas condições que esta pesquisa foi desenvolvida, tem-se que os resultados obtidos permitem concluir que:

- 1 Considerando como parâmetro o atributo qualidade global, os tratamentos mais aceitos foram a cristalização pelo processo lento tipo 2 (20°Brix a 70°Brix) com 100% de sacarose – CL2A e cristalização pelo processo lento tipo 1 (30°Brix, 50°Brix e 70°Brix) com 80% sacarose e 20% glicose – CL1C.
- 2 Durante todo o período de armazenamento o CL2A e CL1C atenderam à legislação brasileira em vigor e as adequadas condições higiênico-sanitárias em todas as etapas de processamento.
- 3 A técnica de cristalização lenta tipo 1 (30°Brix, 50°Brix e 70°Brix) com 80% sacarose e 20% glicose – CL1C constitui um bom processo para conservar a abóbora e pode ser mais uma alternativa de consumo, embora a técnica de cristalização lenta tipo 2 (20°Brix a 70°Brix) com 100% de sacarose – CL2A tenha tido maior percentual na intenção de compra pelos consumidores.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

ALVES, *et al.* Osmotic dehydration of acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.). **Journal of food engineering**, v. 68, p.99 - 103, 2005.

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la practica**. Zaragoza: ACRIBIA, 1994.

A.O.A.C. **Official methods of analysis**, 15th ed. Washington: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2002.

AZAREDO, H. M. C.; JARDINE, J. G. Desidratação osmótica de abacaxi aplicada à tecnologia de métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, abr., 2000.

BRASIL. Resolução n.12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Resolução n. 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

CHAIB, M. A. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**, 4^a. edição. Campinas: UNICAMP, 1983.

CHANG, C. Y.; LAI, L. R., & CHANG, W. H. Relationships between textural changes and the changes in linkages of pectic substances of sweet pepper during cooking processes, and the applicability of the models of interactions between pectin molecules. **Food Chemistry**, v. 53, n. 4, p. 409–416, 1995.

DIONELLO, *et al.* Desidratação por imersão-impregnação de abacaxi em soluções de sacarose e em xarope de açúcar invertido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 701-709, 2007.

FERRARI, *et al.* Cinética de transferência de massa de melão desidratado osmoticamente em soluções de sacarose e maltose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 564-570, 2005.

FIGUEIREDO, R.W. **Estudo da industrialização do jenipapo (Genipa americana L.)**. Fortaleza, 1984. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará (UFCE).

GALINDO, F. G.; TOLEDO, R. T.; & SJÖHOLM, I. Tissue damage in heated carrot slices. Comparing mild hot water blanching and infrared heating. **Journal of Food Engineering**, v. 67, n. 4, p. 381–385, 2005.

GREVE, *et al.* Impact of heating on carrot firmness: contribution of cellular turgor. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 42, p. 2896–2899, 1994.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 5^a. edição. São Paulo: DÉBORA D. ESTRELLA REBOCHO, 2005.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc**. Washington: DC NATIONAL ACADEMY PRESS, 2001.

JACKIX, M. H. **Doces, geléias e frutas em caldas**. Campinas: UNICAMP, 1988, 172p.

KOWALSKA, H.; LENART, A.; LESZCZYK, D. The effect of blanching and freezing on osmotic dehydration of pumpkin. **Journal of Food Engineering**, v. 86, p. 30–38, 2008.

LARANJEIRA, H. C. A. **Otimização do processo de desidratação osmótica de abacaxi (Ananás comosus (L.) Merrill) para aplicação à tecnologia de métodos combinados**. Campinas, 1997. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

LENART, A. & FLINK, J. M. Osmotic concentration of potato. I. Criteria for the end-point of the osmosis process. **Journal of Food Technology**, v. 19, p. 45–63, 1984.

LERICI, *et al.* Osmotic dehydration of fruit - influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. **Journal of Food Science**, v.50, n.5, p.1217-1226,1985.

LIMA, *et al.* Estudo da estabilidade de melões desidratados obtidos por desidratação osmótica seguida de secagem convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.107-109, 2004.

MAYOR, *et al.* Kinetics of osmotic dehydration of pumpkin with sodium chloride solutions. **Journal of Food Engineering**, v. 74, p. 253–262, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Recommended dietary allowances**. 10th ed. Washington: DC NATIONAL ACADEMY PRESS, 1989.

NETO, M. A. S. *et al.* Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciências Agrotécnica**, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, 2005.

PICOLOTTO, *et al.* Processo de cristalização de frutas tropicais: influência do tipo e concentração do agente osmótico. **Anais**, v. 17, p. 1-5, 2002.

- RAOULT-WACK, A. L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science and Technology**, v. 5, n. 8, p. 255-260, 1994.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: INTERNACIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE, 1999.
- SABAA-SRUR, A. U. O. **Saturação de vegetais com açúcares**. Rio de Janeiro: IMPRESSA UNIVERSITÁRIA, 1996.
- SILVA, R. M. L. **Estudo sobre a inocuidade das hortaliças de maior comercialização na CEAGEPE a partir da avaliação da utilização e emprego de pesticidas na produção**. Recife, 1996. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos), Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).
- SOLER, M. P. **Industrialização de Frutas-Manual Técnico**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, 1988. p. 312.
- SMOUT, *et al.* Effect of preheating and calcium pre-treatment on pectin structure and thermal texture degradation: a case study on carrots. **Journal of Food Engineering**, v. 67, n. 4, p. 419–425, 2005.
- STATSOFT, INC. **STATISTICA for Windows [Computer program manual]**. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2325 East 14th Street, Tulsa, OK. 1997.
- TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, v. 26, n. 1, p. 59-68, 1993.
- TRUMBO, P. R.; YATES, A. A.; SCHLICKER-RENFRO, S. S. C. Dietary reference intakes: revised nutritional equivalents for folate, vitamin E and provitamin A carotenoids. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, p. 379–382, 2003.
- WALDRON, K. W.; PARKER, M. L.; & SMITH, A. C. Plant cell walls and food quality. **Comprehensive Reviews in Foods Science and Food Safety**, v. 2, n. 1, p.101–119, 2003.
- ZENOOZIAN, M. S.; DEVAHASTIN, S. Application of wavelet transform coupled with artificial neural network for predicting physicochemical properties of osmotically dehydrated pumpkin. **Journal of Food Engineering**, v. 90, p. 219–227, 2009.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de saturação com açúcares é uma técnica viável para a conservação e o aproveitamento do fruto, pois requer um processamento simples, de custo relativamente baixo e que não exige equipamentos sofisticados.

A combinação do tratamento osmótico com a secagem em estufa mostrou-se adequada para a obtenção de abóbora cristalizada e com características de estabilidade que possibilitariam o seu armazenamento em temperatura ambiente, sobretudo atendendo aos padrões de qualidade estabelecidos pela legislação.

Portanto, a principal contribuição deste trabalho é propiciar ao consumidor uma alternativa de consumo desse fruto o qual é uma boa fonte de carotenóides e como conservar da melhor maneira esses nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, J. M.; GASPARINO FILHO, J. **Desidratação de frutas e hortaliças**. (Manual Técnico). Campinas: ITAL, 2002.

ALVES, D. G.; JUNIOR, J. L. B.; ANTONIO, G. C.; MURR, F. E. X. Osmotic dehydration of acerola fruit (*Malpighia punicifolia* L.). **Journal of food engineering**, v. 68, p.99 - 103, 2005.

AMBRÓSIO, C. L. B. **Eficácia de flocos desidratados de abóbora na prevenção e controle da carência de vitamina A**. Recife, 2005. Tese (Doutora em Bases Experimentais), Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

ANDRADE, S. A.; METRI, J. C.; BARROS NETO, B. de *et al.* Desidratação osmótica do jenipapo (*Genipa americana* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.2, p.276-281, 2003.

ANUÁRIO DE INFORMAÇÕES ESTATÍSTICAS DA AGRICULTURA. **Anuário IEA**. (Série de informações estatísticas na agricultura, n. 1/01). São Paulo: IEA, 2001. 245p.

ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la practica**. Zaragoza: ACRIBIA, 1994.

A.O.A.C. **Official methods of analysis**, 15th ed. Washington: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 2002.

ARIMA, H. K.; RODRIGUEZ – AMAYA, D.B. Carotenoid composition and vitamin A value of commercial Brazilian squashes and pumpkins from northeastern Brazil. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 40, n. 2, p. 284-92, 1990.

ARIMA, H. K. & RODRIGUEZ – AMAYA, D.B. Carotenoid composition and vitamin A value of commercial Brazilian squashes and pumpkins. **J. Micronutr.**, v. 4, p.177-191, 1988.

AZAREDO, H. M. C.; JARDINE, J. G. Desidratação osmótica de abacaxi aplicada à tecnologia de métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, abr., 2000.

AZEVEDO-MELEIROS, C. H. **Análise de carotenóides em alimentos brasileiros por cromatografia líquida de alta eficiência – espectrometria de massas**. Campinas, 2003. Tese (Doutor em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

BISOGNIN, D. L. Origin and evolution of cultivated cucurbits. **Ciência Rural**, v. 32, n. 5, p. 715–723, 2002.

BRASIL. Resolução - CNNPA n. 15, de 15 de julho de 1977. Padrão de identidade e qualidade para frutas cristalizadas e glaceadas. **Decreto-Lei** nº 986, de 21 out. 1969, Capítulo V, artigo 28.

BRASIL. Resolução n.12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 10 de janeiro de 2001.

BRASIL. Resolução n. 272, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005.

CAMARGO FILHO, W. P. de; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Mercado de abóboras nas cidades de São Paulo e Buenos Aires: oportunidades de expansão. **Informações Econômicas**, v. 33, n. 9, p. 61-65, 2003.

CAMARGO FILHO, W. P. de; MAZZEI, A. R. O mercado de abóboras e morangas em São Paulo. **Informações Econômicas**, v. 32, n. 5, p. 69-72, 2002.

CAMARGO, G. A. **Perdas pós-colheita de verduras e frutas frescas**. São Paulo: EDITORA ARGOS COMUNICAÇÃO, 2002.

CAMPOS, F. M.; SANT'ANA, H. M. P.; STRINGHETA, P. C.; CHAVES, J. B. P. Teores de beta-caroteno em vegetais folhosos preparados em restaurantes comerciais de Viçosa-MG. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 163-169, 2003.

CHAIB, M. A. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**, 4ª. edição. Campinas: UNICAMP, 1983.

CHANG, C. Y.; LAI, L. R., & CHANG, W. H. Relationships between textural changes and the changes in linkages of pectic substances of sweet pepper during cooking processes, and the applicability of the models of interactions between pectin molecules. **Food Chemistry**, v. 53, n. 4, p. 409–416, 1995.

CRUESS, W. V. **Produtos industriais de frutas e hortaliças**, Vol. 2. São Paulo: EDGARD BLÜCHER, 1973.

DE ESCALADA PLA, M. F.; PONCE, N. M.; STORTZ, C. A.; GERSCHENSON, L. N.; & ROJAS, A. M. Composition and functional properties of enriched fiber products obtained from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret). **Food Science and Technology**, v. 40, p. 1176–1185, 2007.

DIONELLO, R. G.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B. de; VIANA, A. P.; CARLESSO, V. O.; QUEIROZ, V. A. V. Desidratação por imersão-impregnação de abacaxi em soluções de sacarose e em xarope de açúcar invertido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 4, p. 701-709, 2007.

DOYMAZ, I. The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices. **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 243–248, 2007.

EMATER. **Processamento artesanal de frutas – frutas cristalizadas**. Disponível em: <http://www.emater.mg.gov.br/site_emater/Serv_Prod/Livraria/Agroind>. Acessado em 20 de agosto de 2007.

FAO. **FaoStat database**. Disponível em: < <http://faostat.fao.org> >. Acessado em 2005.

FARO, Z. P. **Aproveitamento industrial da polpa de abóbora como estratégia para combate a hipovitaminose A**. Recife, 2001. Tese (Doutora em Ciência de Alimentos), Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

FERRARI, C. C.; RODRIGUES, L.K.; TONON, R.V.; HUBINGER, M. D. Cinética de transferência de massa de melão desidratado osmoticamente em soluções de sacarose e maltose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 564-570, 2005.

FIGUEIREDO, R.W. **Estudo da industrialização do jenipapo (Genipa americana L.)**. Fortaleza, 1984. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará (UFCE).

GALINDO, F. G.; TOLEDO, R. T.; & SJÖHOLM, I. Tissue damage in heated carrot slices. Comparing mild hot water blanching and infrared heating. **Journal of Food Engineering**, v. 67, n. 4, p. 381–385, 2005.

GARCIA, C. C.; MAURO, M. A.; KIMURA, M. Kinetics of osmotic dehydration and air-drying of pumpkins (*Cucurbita moschata*). **Journal of Food Engineering**, v. 82, p. 284–291, 2007.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. Rio de Janeiro: NOBEL, 1978.

GLIEMMO, M. F.; LATORRE, M. E.; GERSCHENSON, L. N.; CAMPOS, C. A. Color stability of pumpkin (*Cucurbita moschata*, Duchesne ex Poiret) puree during storage at room temperature: Effect of pH, potassium sorbate, ascorbic acid and packaging material. **Food Science and Technology**, p. 1-6, 2008.

GOMES, A. T.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Desidratação osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.3, n.3, p.212-226, 2007.

GONÇALVES, E. M.; PINHEIRO, J.; ABREU, M.; BRANDÃO, T. R. S.; SILVA, C. L. M. Modelling the kinetics of peroxidase inactivation, colour and texture changes of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) during blanching. **Journal of Food Engineering**, v. 81, p.693–701, 2007.

GREVE, L. C.; SHACKEL, K. A.; AHMADI, H.; MCARDLE, R. N.; GOHLKE, J. R.; & LABAVITCH, J. M. Impact of heating on carrot firmness: contribution of cellular turgor. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 42, p. 2896–2899, 1994.

HAWKES, J.; FLINK, J. M. Osmotic concentration of fruit slices prior to freeze dehydration. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 2, n. 4, p. 265-284, 1978.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 5^a. edição. São Paulo: DÉBORA D. ESTRELLA REBOCHO, 2005.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc**. Washington: DC NATIONAL ACADEMY PRESS, 2001.

JACKIX, M.H. **Doces, geléias e frutas em calda**. Campinas: ÍCONE, 1988.

KOWALSKA, H., & LENART, A. Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables. **Journal of Food Engineering**, v. 49, p. 137–140, 2001.

KOWALSKA, H.; LENART, A.; LESZCZYK, D. The effect of blanching and freezing on osmotic dehydration of pumpkin. **Journal of Food Engineering**, v. 86, p. 30–38, 2008.

KRINSKY, N. I. Actions of carotenoids in biological systems. **Annual Review of Nutrition**, v. 13, p. 561-587, 1993.

KROKIDA, M. K.; KIRANOUDIS, Z. B.; MAROULIS, Z. B. ; MARINOS-KOURIS, D. Effect of pretreatment on color of dehydrated products. **Drying Technology**, v.18, p.1239-1250, 2000.

LARANJEIRA, H. C. A. **Otimização do processo de desidratação osmótica de abacaxi (Ananás comosus (L.) Merrill) para aplicação à tecnologia de métodos combinados**. Campinas, 1997. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

LENART, A. & FLINK, J. M. Osmotic concentration of potato. I. Criteria for the end-point of the osmosis process. **Journal of Food Technology**, v. 19, p. 45–63, 1984.

LERICI, C. R.; PINNAVAIA, G.; ROSA, M. D.; 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.1217-1226,1985.

LIMA, S. C. G. & NEVES, E. C. A. Cristalização de jambo vermelho (*Eugenia malaccensis* L.). XVII Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de alimentos. **Anais**, v. 2, p. 6.84, 2000.

LIMA, A. da S.; FIGUEIREDO, R. W. de; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; SOUSA, P. H. M. de. Estudo da estabilidade de melões desidratados obtidos por desidratação osmótica seguida de secagem convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.1, p.107-109, 2004.

LUENGO, R. F. A.; LANA, M. M. **Tabela de composição nutricional das hortaliças**, (Comunicado Técnico, 2). Brasília: EMBRAPA, 1997.

MAYOR, L.; MOREIRA, R.; CHENLO, F; SERENO, A. M. Kinetics of osmotic dehydration of pumpkin with sodium chloride solutions. **Journal of Food Engineering**, v. 74, p. 253–262, 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Coordenação-geral da política de alimentação e nutrição 2005**. Disponível em: <<http://dtr2004.saude.gov.br/nutricao/hipovitaminoses.php>>. Acesso em 23/01/2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Recommended dietary allowances**. 10th ed. Washington: DC NATIONAL ACADEMY PRESS, 1989.

NETO, M. A. de S.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W. de; FILHO, M. de S. M. de S.; LIMA, A. da S. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciências Agrotécnica**, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, 2005.

OLIVERIA, L. F. de; SRUR, A. U. O. S.; VACARI, F. Aproveitamento do chuchu (*Sechium edule*, Swartz) pelo processo de saturação com açúcares – Uma alternativa alimentar. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, v. 22, p. 09-14, 2003.

PANADES, G.; CASTRO, D.; CHIRALT, A.; FITO, P.; NUÑES, M.; JIMENEZ, R. Mass transfer mechanisms of curing in osmotic dehydration of aguava. **Journal of Food Engineering**, p. 386-390, 2009.

PICOLOTTO, N.S.P.; RAPACCI, M.; DUTCOSKY, S.D.; EFING, L.C. Processo de cristalização de frutas tropicais: influência do tipo e concentração do agente osmótico. **Anais**, v. 17, p. 1-5, 2002.

RAMOS, S. R. R.; QUEIRÓZ, M. A. de; CASALI, V. W. D.; CRUZ, C. D. Recursos genéticos de *Cucurbita moschata*: caracterização morfológica de populações locais coletadas no Nordeste brasileiro. In: QUEIROZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Org.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro**. v. 1, 1999. Disponível em: < <http://www.herbario.com.br/dataherb13/2312recgeneabobora.htm> >. Acesso em: jul. 2005.

RAOULT-WACK, A. L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science and Technology**, v. 5, n. 8, p. 255-260, 1994.

RAOULT-WACK, A. L. et al. Simultaneous water and solute transport in shrinking media-Part 1. Application to dewatering and impregnation soaking process analysis (Osmotic Dehydration). **Drying Technology**, v. 9, n. 3, p. 589-612, 1991.

RASTOGI, N. K.; RAGHAVARAO, K. S. M. S. Effect of temperature and concentration on osmotic dehydration of coconut. **Lebensmittel Wissenschaft Und Technologie**, v. 27, n. 6, p. 564-567, 1994.

RIBEIRO, M.S.; SABAA-SRUR, A. U. O. Saturação de manga (*Mangifera indica L.*), var. rosa com açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.19, n.1, 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: INTERNACIONAL LIFE SCIENCES INSTITUTE, 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoids in food preparation: The retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods**. Monografia John Snow, Ine/OMNI Project, p. 88, 1997.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Effects of processing and storage on food carotenoids. **Sight And Life Newsletter**, Special Issue, Basel, Switzerland, n. 3, p. 25-35, 2002.

SABAA-SRUR, A. U. O. **Saturação de vegetais com açúcares**. Rio de Janeiro: IMPRESSA UNIVERSITÁRIA, 1996.

SHEWFELT, R. L.; PRUSSIA, S. E. Challenges in Handling Fresh Fruits and Vegetables – Chapter 2. In: SHEWFELT, R. L.; PRUSSIA, S. E. **Postharvest handling – A systems approach**. (Ed.). San Diego: ACADEMIC PRESS, INC., 1993. p. 27-41.

SILVA, J. S.; FINGER, F. L.; CORRÊA, P. C. Armazenamento de frutas e hortaliças. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: EDITORA APRENDA FÁCIL, 2000.

SILVA, R. M. L. **Estudo sobre a inocuidade das hortaliças de maior comercialização na CEAGEPE a partir da avaliação da utilização e emprego de pesticidas na produção**. Recife, 1996. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos), Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

SMOUT, C.; SILA, D. N.; VU, T. S.; VAN LOEY, A. M. L.; & HENDRICKX, M. E. G. Effect of preheating and calcium pre-treatment on pectin structure and thermal texture degradation: a case study on carrots. **Journal of Food Engineering**, v. 67, n. 4, p. 419–425, 2005.

SOLER, M. P. **Industrialização de frutas**. Campinas: ITAL, 1988.

SOUZA, J. S.; MEDEIROS, M. F. D.; MAGALHÃES, M. M. A.; RODRIGUES, S.; FERNANDES, F. A. N. Optimization system foowed by air-drying. **Journal of Food Engineering**, v. 83, p. 501-509, 2007.

SOUZA, W. A.; VILASBOAS, O. M. G. C. A deficiência de vitamina A no Brasil: um panorama. **Revista Pan-Americana de Saúde Pública / Pan American Journal of Public Health**, v. 12, n. 3, p. 173-179, 2002.

STATSOFT, INC. **STATISTICA for Windows [Computer program manual]**. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2325 East 14th Street, Tulsa, OK. 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004.

TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, v. 26, n. 1, p. 59-68, 1993.

TRUMBO, P. R.; YATES, A. A.; SCHLICKER-RENFRO, S., S. C. Dietary reference intakes: revised nutritional equivalents for folate, vitamin E and provitamin A carotenoids. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 16, p. 379–382, 2003.

WALDRON, K. W.; PARKER, M. L.; & SMITH, A. C. Plant cell walls and food quality. **Comprehensive Reviews in Foods Science and Food Safety**, v. 2, n. 1, p.101–119, 2003.

WEINSTEIN, J. S.; VOGT, T. M.; & GERRIOR, S. A. Healthy eating index scores are associated with blood nutrient concentrations in the third National Health and Nutrition Examination Survey. **Journal of The American Dietetic Association**, v. 104, n. 4, p. 576–584, 2004.

WHITAKER, T. W.; CARTER, G. F. Critical notes on the origin and domestication of the cultivated species of Cucurbita. **Journal of Botany**, v. 33, n. 1, p. 10-15, 1946.

WHITAKER, T. W.; CUTLER, H. C. Cucurbits and cultures in the Americas. **Economic Botany**, Bronx, v. 19, n. 4, p. 344-349, 1965.

ZENOOZIAN, M. S.; DEVAHASTIN, S. Application of wavelet transform coupled with artificial neural network for predicting physicochemical properties of osmotically dehydrated pumpkin. **Journal of Food Engineering**, v. 90, p. 219–227, 2009.

APÊNDICE 1

Ficha de análise sensorial – Teste de aceitação

Nome: _____

Data: _____

Por favor, avalie as amostras servidas e indique o quanto você gostou ou desgostou de cada um dos atributos sensoriais dos produtos, dando notas de acordo com a escala abaixo.

- 9) Gostei extremamente.
- 8) Gostei muito.
- 7) Gostei moderadamente.
- 6) Gostei ligeiramente.
- 5) Indiferente.
- 4) Desgostei ligeiramente.
- 3) Desgostei moderadamente.
- 2) Desgostei muito.
- 1) Desgostei extremamente.

Código da amostra	671	245	783
Aroma			
Cor			
Sabor			
Textura			
Qualidade Global			

Comentários:

APÊNDICE 2

Ficha de análise sensorial – Intenção de compra

Nome: _____

Data: _____

Por favor, após avaliar cada atributo das amostras servidas e tomando como base o atributo qualidade global responda sim ou não para a pergunta: “Você compraria este produto caso fosse comercializado?”

Código da amostra	SIM	NÃO
671		
245		
783		

Comentários:

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)