

**VANESSA HADDAD KALLUF**

**DESIDRATAÇÃO DA POLPA DE ABÓBORA (*Cucurbita moschata*) E  
SEUS TEORES EM BETA-CAROTENO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-  
Graduação em Tecnologia em Alimentos, Setor de  
Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Nina Waszczynskyj  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>.Dra. Patricia T.P.S. Penteadó

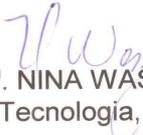
**CURITIBA  
2006**

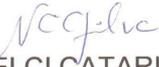
**VANESSA HADDAD KALLUF**

**DESIDRATAÇÃO DA POLPA DE ABÓBORA (*Cucurbita moschata*) E SEUS TEORES EM BETA-CAROTENO**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Orientador:

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. NINA WASZCZYŃSKYJ  
Setor de Tecnologia, UFPR

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. NÉLCI CATARINA CHIQUELTO DA SILVA  
Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, UEPG

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. DIANA THOMÉ FACHIN  
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, PUC-PR

Curitiba, 17 de Março de 2006

## AGRADECIMENTOS

Registro meus agradecimentos àqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, e principalmente:

Aos meus pais, Ivanir e Rames Kalluf, pelo carinho e incentivo durante todo o trabalho realizado.

Ao meu noivo Marcelo Candeu, pelo carinho, pela colaboração e compreensão.

À Professora Dra. Nina Waszczynskyj pela orientação prestada durante a elaboração deste trabalho.

À Professora Dra. Patrícia Penteado pelo incentivo e orientação fornecidos durante o trabalho.

À Professora Dra. Diana Fachin pela colaboração e incentivo durante o encerramento do trabalho.

À Dra. Sônia Stertz e à colega Liane Barboza pela valiosa ajuda prestada durante os trabalhos realizados no laboratório de Química e Análise de Alimentos (LQAA).

À colega Sônia Mara Macari pelo auxílio no desenvolvimento estatístico do trabalho em questão.

Ao CEPPA e aos colegas Cristina Winter e Eriel Andrade, pela colaboração prestada durante os ensaios para finalização do trabalho.

À amiga Thaís Marcheze, pelo carinho e companheirismo.

Aos secretários Paulo e Luciana, do Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA) pela paciência e auxílio prestado.

Aos colegas do Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTA) pela amizade e colaboração.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal e Nível Superior), pelo suporte financeiro oportunidade de pesquisa.

## SUMÁRIO

	<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	v
	<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vi
	<b>RESUMO</b> .....	vii
	<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	2
2.1	OBJETIVO GERAL.....	2
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	3
3.1	ABÓBORA.....	3
3.2	CAROTENÓIDES.....	6
3.3	MINERAIS.....	8
3.4	ATIVIDADE DE ÁGUA.....	10
3.5	PROCESSOS DE SECAGEM.....	11
3.5.1	Secagem a Vácuo.....	12
3.5.2	Secagem Convectiva.....	13
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
4.1	MATERIAL.....	15
4.2	PREPARO DA AMOSTRA.....	16
4.3	SECAGEM DA ABÓBORA.....	17
4.3.1	Secagem em Estufa a Vácuo.....	17
4.3.2	Secagem Convectiva.....	18
4.4	METODOLOGIA DE ENSAIO.....	20
4.5	TRATAMENTO DE DADOS.....	21
4.5.1	Curvas de secagem.....	21
4.5.2	Planejamento experimental para análise de Superfície de Resposta das secagens a vácuo e convectiva da abóbora ( <i>Cucurbita moschata</i> ).....	22
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
5.1	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA ABÓBORA.....	23
5.2	CURVAS DE SECAGEM.....	27
5.2.1	Desidratação em estufa a vácuo.....	27
5.2.2	Secagem Convectiva (em estufa de circulação forçada de ar).....	31
5.3	Resultados segundo a Metodologia da Superfície de Resposta.....	36
5.4	RENDIMENTO DA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ).....	43
5.5	EFEITO DO PROCESSO DE SECAGEM CONVECTIVA SOBRE O TEOR DE BETA-CAROTENO NA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ).....	43
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	50
<b>7</b>	<b>SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	51
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	52

## LISTA DE TABELAS

1	COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA POLPA DE ABÓBORA POR 100g DE AMOSTRA	5
2	QUANTIDADE EM TONELADA DE ABÓBORA, CENOURA E CHUCHU PRODUZIDA NO PARANÁ - 2001 A 2004.....	6
3	QUANTIDADE EM TONELADA DE ABÓBORA COMERCIALIZADA NAS UNIDADES ATACADISTAS DO CEASA, NO PARANÁ E NA CIDADE DE CURITIBA - 2004 E 2005.....	6
4	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL EM BASE SECA DA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ).....	23
5	TEOR DE BETA-CAROTENO ENCONTRADO NA POLPA DA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ) CRUA, ANTES E APÓS CENTRIFUGAÇÃO.....	26
6	EQUAÇÕES LINEARIZADAS PARA A SECAGEM A VÁCUO (0,09MPa ou 676,7mmHg) DA ABÓBORA DURANTE 6 HORAS.....	30
7	EQUAÇÕES LINEARIZADAS PARA A ABÓBORA DURANTE A SECAGEM CONVECTIVA POR 4,5 HORAS.....	34
8	DELINEAMENTO ESTATÍSTICO FATORIAL 2 <sup>2</sup> , COM TRÊS REPETIÇÕES NO PONTO CENTRAL PARA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ) NO PROCESSAMENTO DE SECAGEM A VÁCUO.....	36
9	DELINEAMENTO ESTATÍSTICO FATORIAL 2 <sup>2</sup> , COM TRÊS REPETIÇÕES NO PONTO CENTRAL PARA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ) NO PROCESSAMENTO DE SECAGEM CONVECTIVA.....	36
10	COEFICIENTES DE REGRESSÃO RESULTANTES DA SECAGEM A VÁCUO DA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ).....	38
11	COEFICIENTES DE REGRESSÃO RESULTANTES DA SECAGEM CONVECTIVA DA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ).....	38
12	ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A DESIDRATAÇÃO A VÁCUO DA ABÓBORA, SEM INTERAÇÃO DAS VARIÁVEIS TEMPO E TEMPERATURA...	40
13	ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A DESIDRATAÇÃO CONVECTIVA DA ABÓBORA, SEM INTERAÇÃO DAS VARIÁVEIS TEMPO E TEMPERATURA...	40
14	RESULTADOS OBTIDOS PELA ANÁLISE COLORIMÉTRICA DA POLPA DE ABÓBORA CRUA E DESIDRATADA A DIFERENTES TEMPERATURAS.....	46
15	TEOR DE BETA-CAROTENO ENCONTRADO NA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ) SECA A DIFERENTES TEMPERATURAS.....	48

## LISTA DE FIGURAS

1	ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ) VARIEDADE MENINA.....	15
2	CENTRÍFUGA INDUSTRIAL UTILIZADA DURANTE O PROCESSAMENTO DA ABÓBORA .....	16
3	ABÓBORA ACONDICIONADA EM TELA DE NYLON ANTES DA SECAGEM..	17
4	ETAPAS DO PROCESSAMENTO DE SECAGEM A VÁCUO E CONVECTIVA DA ABÓBORA .....	19
5	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, EM BASE SECA, DA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ).....	24
6	HISTOGRAMA DE UMIDADE DA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ) SUBMETIDA À SECAGEM A VÁCUO (0,09MPa ou 676,7mmHg) A DIFERENTES TEMPERATURAS.....	28
7	CURVA DE SECAGEM DA ABÓBORA SUBMETIDA À DESIDRATAÇÃO A VÁCUO A DIFERENTES TEMPERATURAS.....	29
8	HISTOGRAMA DE UMIDADE DA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ) SUBMETIDA À SECAGEM CONVECTIVA EM DIFERENTES TEMPERATURAS.....	31
9	CURVA DE SECAGEM DA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ) SUBMETIDA À DESIDRATAÇÃO CONVECTIVA A DIFERENTES TEMPERATURAS.....	33
10	CURVAS DE SECAGEM DA ABÓBORA ( <i>Cucurbita moschata</i> ) SUBMETIDA À SECAGEM A VÁCUO E À SECAGEM CONVECTIVA NA TEMPERATURA DE 55°C.....	35
11	SUPERFÍCIE DE RESPOSTA, SEM INTERAÇÃO, PARA UMIDADE (%) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE SECAGEM A VÁCUO DA ABÓBORA.....	41
12	SUPERFÍCIE DE RESPOSTA, SEM INTERAÇÃO, PARA UMIDADE (%) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE SECAGEM CONVECTIVA DA ABÓBORA .....	42
13	TEOR DE BETA-CAROTENO RETIDO NA ABÓBORA DURANTE O PROCESSO DE SECAGEM EM ESTUFA DE CIRCULAÇÃO FORÇADA.....	44
14	VARIAÇÃO DA COR (VALOR L*) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA DE SECAGEM CONVECTIVA DA ABÓBORA .....	47

## RESUMO

A abóbora, um vegetal da família da *Cucurbitaceae*, se destaca por sua riqueza em substâncias como a pró-vitamina A, zinco, fósforo, cálcio e ferro. Sua alta produção e o seu baixo custo viabilizam o beneficiamento e utilização dessa leguminosa na entre safra. No presente trabalho estudou-se a desidratação a vácuo e convectiva (por circulação forçada de ar) da abóbora (*Cucurbita moschata*). Foi estudado o binômio tempo versus temperatura durante os processos de desidratação e a influência da secagem convectiva no teor de beta-caroteno da matéria prima. A determinação do teor de umidade final das amostras desidratadas revelou maior taxa de redução da umidade no processo de desidratação da abóbora por convecção em relação à secagem a vácuo. As umidades resultantes do processo de secagem convectiva nas temperaturas de 50°C, 55°C e 60°C foram 18%, 14,9% e 12,5% respectivamente, em um intervalo de 4,5 horas de secagem. Quanto ao teor de beta-caroteno, a secagem da abóbora nas três temperaturas (50°C, 55°C e 60°C) resultou em perdas expressivas em relação à abóbora crua, retendo 29,1%, 24,8% e 21,4% dessa pró-vitamina, respectivamente. Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que o processo de desidratação da abóbora por secagem convectiva, tornou-se mais viável à temperatura de 50°C.

**Palavras chaves:** desidratação com circulação forçada, abóbora, beta-caroteno, secagem.

## ABSTRACT

The pumpkin, a vegetable of *Cucurbitaceae* family, excelling for others vegetables for a great amount of rich substances like the pro-vitamin A, zinc, phosphorus, calcium and iron. The pumpkin production had grow up, and with its low cost, became viability its processing and utilization of this legume in out harvest season. By this context, the present thesis studied the vacuum dehydration process and the air flow dehydration (by compelled air circulation) to pumpkin (*Cucurbita moschata*). Was studied the binomial between temperature and time during the process of dehydration and the effectiveness of this air flow drying in beta-carotenoid nutritional value in raw material. The determination of the final humidity value of dehydrated samples showed that the process of dehydration to pumpkin for air flow was more efficient, presented a lower humidity values in less time that vacuum dehydrated process. The values of humidity to air flow method in temperatures of 50°C, 55°C and 60°C, was respectively 18%, 14.9% and 12.5%, in a 4.5 hours interval time of dehydration. About the carotenoid values, the dehydration of pumpkin in three temperatures (50°C, 55°C and 60°C) had been an expressive lost in comparison wit raw pumpkin, presenting 29.1%, 24.8% and 21.4% of this pro-vitamin, respectively. About these results, we finished this study affirmed that the dehydration process of pumpkin by air flow drying, became most viability in a 50°C temperature.

**Key-words:** forced air flow dehydration, pumpkin, beta-carotenoid, drying.

## 1. INTRODUÇÃO

O interesse comercial, apesar de indispensável para a sobrevivência das empresas, pode trazer danos à saúde do consumidor, levando-o a ingerir alimentos pobres nutricionalmente e ricos em componentes prejudiciais à saúde humana. Produtos como frutas, legumes ou verduras são opções viáveis econômica e nutricionalmente, mas deve-se levar em conta também a oferta (facilidade de obtenção) desse produto no mercado. Neste caso, podemos apontar a abóbora como um excelente exemplar.

A abóbora é uma leguminosa da família da *Cucurbitaceae*, e é rica em pró-vitamina A e outros nutrientes como proteínas, fibras alimentares e minerais. Ela pode ser consumida in natura ou como ingrediente em diversos tipos de preparados.

No Brasil, mais precisamente no Paraná, sua produção tem aumentado, ficando atrás apenas de produtos como a cenoura e a batata. Porém, a melhor época para consumo da abóbora *in natura* é entre os meses de março e setembro. Sendo assim, seu acesso durante a entressafra torna-se possível apenas através do beneficiamento da mesma.

A desidratação da abóbora é um dos processos utilizados para aumentar a vida de prateleira da mesma, e seu produto final, abóbora desidratada ou farinha de abóbora, pode ser utilizado como ingrediente em produtos como os de panificação e de confeitarias.

Todavia, além dos fatores desejáveis, o processamento térmico desse alimento pode provocar a perda das características sensoriais e do seu valor nutritivo (SALES *et al.*, 1983).

O tempo e a temperatura de secagem dos produtos têm fundamental influência nessas perdas nutricionais, portanto devem ser otimizados a fim de obter-se um produto final de melhor qualidade com um tempo de processamento viável ao processo.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a viabilidade técnica do processo de secagem da polpa de abóbora através do binômio tempo versus temperatura.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar o binômio tempo versus temperatura dos processos de desidratação a vácuo e por convecção da polpa de abóbora;
- Determinar a composição básica da polpa de abóbora *in natura*;
- Determinar o teor de beta-caroteno na polpa de abóbora *in natura* e na polpa de abóbora submetida à secagem;

### 3. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

#### 3.1 ABÓBORA

As abóboras são os frutos de várias espécies do gênero *Cucurbita*, da família da *Cucurbitaceae*. São de consistência carnosa e suculenta, sendo revestidos por uma casca que pode variar de semi-branda a muito dura. A forma mais encontrada dessa leguminosa é a redonda e ligeiramente achatada. Outras formas são alongadas, mais ou menos cilíndricas e até retorcidas. As espécies em geral são lisas, mas algumas têm superfície rugosa. Existem mais de cem variedades, que variam tanto na forma como no tamanho e na cor. Podem ser verdes, amarelas, brancas, vermelhas, maculadas ou listradas. O peso pode oscilar de menos de 1kg a 100kg e podem ser encontradas por todo o mundo (BARSA, 1965).

Segundo ROBINSON (1997), a família da *Cucurbitaceae* é o conjunto de espécies de maior variedade genética que pode ser encontrada no mundo. Como uma família e como plantações individuais, a *Cucurbitaceae* apresenta grande divergências na adaptação e na evolução. Existe diversidade de características não apenas entre variedades diferentes, como também dentro de uma mesma variedade.

Segundo MARTIN (2004), são três as categorias que fazem parte da família da *Cucurbitaceae*: *Cucurbita pepo*, *Cucurbita máxima* e *Cucurbita moschata*. *Cucurbita pepo* inclui variedades como a abobrinha (classificada como abóbora de verão), a abóbora japonesa e a abóbora spaghetti. *Cucurbita máxima* inclui variedades como abóboras menina e jerimum. A moranga é originária do Brasil e esta espécie geralmente é utilizado para fins ornamentais devido a sua forma de turbante e cores entre laranja forte, o branco e o verde. O gosto de sua polpa varia de mais a menos doce.

Com relação ao plantio, a *Cucurbitaceae* é sensível ao frio, adapta-se melhor nas regiões tropicais e subtropicais. Apenas poucas espécies, nativas ou cultivadas em climas temperados, são produtoras de sementes. Ecologicamente, é uma família de *dicotiledôneas*, consistindo em muitos gêneros encontrados em regiões tropicais úmidas, particularmente no noroeste da Ásia e nos neotrópicos. Outros gêneros são nativos de regiões áridas da África, Madagascar e América do Norte. Muito antes dos europeus chegarem à América, as abóboras já eram consumidas pelos nativos. Nas sepulturas indígenas da costa do Peru, que datam de 2.000 anos a.C. foram encontradas sementes de abóbora. Evidências arqueológicas sinalizam a existência da abóbora há 10.000 anos atrás, cultivadas na África, na Ásia e no Novo Mundo (ROBINSON, 1997).

Quanto à nomenclatura, *Cucurbitaceae* foi um termo designado por *Libert Hyde Bailey* para espécies cultivadas desta família. O termo tem sido usado também para outras espécies de *Cucurbitaceae*. Os principais membros desta família são “melão”, “melancia”, “pepino”, “abobrinha” e “abóbora”. Destas, a abobrinha e a abóbora são as mais representativas. Os termos não qualificados melão e pepino usualmente definem *Cucumis melo* e *Cucumis sativus* (ROBINSON, 1997).

A abóbora menina pode atingir um peso de até 18 kg, e aparenta estar coberta por papilas. Sua polpa é densa e amarelo-pálida, possui um sabor delicado que ganha uma leve textura de grão quando cozida. As variedades de *Cucurbita moschata* e *Cucurbita pepo* são originárias do México e América Central, em áreas próximas ao cultivo de feijão e milho (MARTIN, 2004).

A China é considerada o maior produtor mundial de *Cucurbitaceae*, exportada sob várias formas: frutas frescas, sementes e frutas desidratadas para uso medicinal. Apesar de serem frutos não muito nutritivos, os vários tipos de abóbora apresentam elevados níveis de vitamina A. Contudo, a *Cucurbitaceae* apresenta um papel

significativo na nutrição humana, especialmente nos países tropicais onde o seu consumo é elevado (ROBINSON, 1997).

Suas sementes são ricas em ferro, devendo ser utilizadas em regiões onde se verifica deficiência de ferro na alimentação, tendo função reconstituente para as crianças anêmicas, desnutridas e raquíticas (MANTUANO, 2004). As sementes descascadas são ricas em gorduras (de 40-60%) e proteínas (30-40%), contendo baixo teor de açúcares livres e amido (ROBINSON, 1997).

A composição centesimal da abóbora, em base seca, é mostrada na Tabela 1.

TABELA 1 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA POLPA DE ABÓBORA POR 100g DE AMOSTRA.

DETERMINAÇÕES	TACO	USDA
Umidade (%)	92,5	91,6
*Cinzas (%)	8,0	9,5
*Lipídeos (%)	13,3	1,2
*Proteína (%)	20,0	11,9
*Carboidratos (%)	73,3	77,4
*Fibra Alimentar (%)	22,7	6,0
Energia(kcal/ 100g)	25,5	26,0
*Cálcio (mg/ 100g)	180,0	250,0
*Zinco (mg/ 100g)	2,7	3,8
*Ferro (mg/ 100g)	4,0	9,5

FONTE: TACO (2004); USDA (2005)

NOTA: \* Valores em base seca.

No Paraná, a produção de abóbora é considerada abundante, estando um pouco abaixo da produção de cenoura e sendo o dobro em relação ao chuchu. Para efeito de comparação, a Tabela 2 mostra as quantidades produzidas (em toneladas)

dessas três leguminosas. Os dados foram fornecidos pela Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná e referem-se às três últimas safras.

TABELA 2 – QUANTIDADE EM TONELADA DE ABÓBORA, CENOURA E CHUCHU PRODUZIDA NO PARANÁ - 2001 A 2004.

PRODUTO	SAFRA 01/02	SAFRA 02/03	SAFRA 03/04
ABÓBORA	78.293,70	81.719,16	85.012,20
CENOURA	107.426,00	114.426,00	ND
CHUCHU	36.040,70	38.810,00	ND

FONTE: SEAB (2005)

NOTA: ND = não divulgado

A Tabela 3 mostra a comercialização da abóbora no Estado do Paraná e na Cidade de Curitiba.

TABELA 3 – QUANTIDADE EM TONELADA DE ABÓBORA COMERCIALIZADA NAS UNIDADES ATACADISTAS DO CEASA, NO PARANÁ E NA CIDADE DE CURITIBA - 2004 E 2005.

REGIÃO	2004	2005
PARANÁ	12.687,44	13.246,81
CURITIBA	5.534,39	5.260,90

FONTE: CEASA (2005)

Essa diferença entre o valor de abóbora produzida (85.012,20 toneladas) e o valor comercializado (12.687,44 toneladas) deve-se ao fato de que, o consumo dessa leguminosa é geralmente imediato, ou seja, ela é normalmente destinada ao consumo animal ou humano na própria fazenda (ou propriedade rural).

### 3.2 CAROTENÓIDES

Os carotenóides são substâncias coloridas, amplamente distribuídas na natureza, principalmente em plantas, em cujos cloroplastos se encontram, sempre acompanhando as clorofilas. Mais de 400 tipos de carotenóides são encontrados em animais e vegetais, e podem ser facilmente obtidos por extração a frio com solventes

orgânicos (BOBBIO e BOBBIO, 1992). Em relação à abóbora, os teores de carotenóides variam conforme as variedades.

ARIMA (1987) pesquisou o teor de carotenóides de quatro cultivares de *Cucurbitaceae* e constatou uma variabilidade muito grande no teor de carotenóides entre as amostras, ainda na mesma variedade. Nos frutos de *C.moschata* variedade Baianinha, *C.moschata* cultivar Menina Verde madura e *C.máxima* cultivar Exposição, de polpa alaranjada, o beta-caroteno foi o principal carotenóide participante com 36,1 a 73,8% do total. Nos demais, de polpa amarela e nas abobrinhas de polpa amarela pálida, o carotenóide mais abundante foi a luteína encontrada na faixa de 36,8 a 63,0% do total.

A importância dos carotenóides no metabolismo humano tem sido estudada. De acordo com uma pesquisa realizada pela John Hopkins Medicine, em Baltimore, o consumo diário de suplementos de vitaminas anti-oxidantes e de zinco poderiam ajudar mais de 300.000 estadunidenses na prevenção do problema de visão, relacionado com a degeneração macular da idade (DAILY VITAMIN..., 2004).

Certos sintomas da deficiência da vitamina A já eram reconhecidos na metade do século XIX, e sua causa era ligada à alimentação. Dessa forma a condição mórbida conhecida como “oftalmia brasileira”, uma afecção ocular que primeiramente atingia escravos mal nutridos, foi inicialmente descrita em 1865 (FRANCO, 1989).

A vitamina A é também conhecida por axeroftol ou retinol, ou ainda vitamina A<sub>1</sub>, uma vez que foi a primeira vitamina conhecida. Apesar de ser encontrada em vários alimentos, a quase totalidade dessa vitamina consumida é obtida sinteticamente. É encontrada na natureza na forma livre ou de ésteres, somente em animais. Nos vegetais são encontradas como pró-vitaminas A, principalmente como alfa, beta e gama-caroteno (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

A vitamina A existe em diversas formas nos produtos animais, mas principalmente como uma cadeia de ácidos graxos longos chamados retinil palmitato. Os carotenóides estão presentes em produtos animais e vegetais; em animais, ocorrem em função da dieta fornecida aos mesmos. Os pigmentos carotenóides são largamente encontrados em espécies animais, acima de 500 diferentes compostos. Destes, aproximadamente 60 apresentam uma atividade de pró-vitamina A (COMBS JUNIOR, 1992).

Muitos alimentos contêm atividade de vitamina A, contudo fontes de dietas um pouco mais ricas utilizam vegetais verdes e amarelos. Esta vitamina, bem como outras vitaminas, é susceptível aos processos de estocagem e cozimento. Os valores fornecidos pelas tabelas nutricionais são provavelmente superestimados com relação às quantidades encontradas nas condições do fornecedor (COMBS JUNIOR, 1992). Ainda que a vitamina A e os carotenóides, em sua maioria, sejam completamente estáveis a moderados tratamentos térmicos, a oxidação ocorre rapidamente a altas temperaturas na presença de oxigênio (HARDY *et al.*, 1999).

O beta-caroteno é uma das pró-vitaminas mais estáveis em vegetais, mas pode sofrer degradação durante cozimentos prolongados. Além disso, durante o armazenamento, sofre a ação das enzimas, da luz e do oxigênio. A utilização de altas temperaturas, como na desidratação de vegetais e frutas, pode reduzir a atividade biológica dos carotenóides, por outro lado, sua estabilidade é mantida nos alimentos congelados (HARDY *et al.*, 1999; PINEDO, 2003; ROCHE, 2005).

### 3.3 MINERAIS

Segundo TROYAN *et al.* (2001), a *Cucurbitaceae*, em especial as abóboras, oferece considerável potencial para utilização em dietas alimentares por seu alto valor nutricional. Esse potencial deve-se também à riqueza em minerais, incluindo potássio, cálcio, magnésio, ferro, zinco e fósforo.

O potássio é um elemento essencial à vida de todos os seres vivos, seja animal ou vegetal. Exerce funções como: regular o balanço osmótico da célula; atuar como uma base disponível para neutralizar ácidos no equilíbrio ácido-básico; manter o balanço de água no organismo e ativar diversos sistemas enzimáticos (JUNQUEIRA, 2004). As principais fontes dietéticas de potássio são: chás, sucos de frutas, banana e água de côco (VALENTE, 2006).

O cálcio, mineral mais comum no corpo humano, está envolvido na maioria dos processos metabólicos, e tem como característica principal a formação dos ossos e dentes. A recomendação diária de cálcio em nossa alimentação está entre 210 mg para crianças e 1300 mg para adultos (COBAYASHI, 2004).

Segundo OLIVEIRA *et al.* (2003), o magnésio desempenha um papel fundamental no organismo em uma série de reações que incluem: metabolismo dos hidratos de carbono, lipídios, proteínas e ácidos nucléicos. O magnésio e o cálcio desempenham papéis antagônicos, ou seja, aquele que o cálcio estimula, o magnésio inibe. As principais fontes alimentares de magnésio são: hortaliças, legumes, alimentos do mar, castanhas, cereais e produtos lácteos.

Como fonte de ferro, a abóbora auxilia em diversos processos celulares vitais como transporte de oxigênio e produção de energia através do metabolismo oxidativo. A ingestão diária de Ferro recomendada varia de 7 mg para crianças até 27 mg para gestantes (ASSAO *et al.*, 2004).

O zinco, outro mineral existente em leguminosas como a abóbora, auxilia no sistema imunológico, age como antioxidante e é constituinte de diversas enzimas. Sua absorção pode ser afetada positivamente por suplementação de ferro, enquanto sua ingestão em excesso pode reduzir a absorção de cobre. A ingestão diária recomendável de zinco é de 15 mg, para homens e 12 mg, para mulheres (STELLA, 2005).

Como um constituinte celular e promovendo também a estruturação de ossos e dentes, o Fósforo pode ter sua absorção afetada negativamente caso a ingestão de proteínas e cálcio sejam inadequadas. Recomenda-se para homens, a ingestão de 800 mg de Fósforo, e para mulheres são recomendáveis 1200 mg desse mineral (STELLA, 2005).

Alguns estudos realizados demonstraram a estabilidade térmica dos minerais. ANDRADE *et al.* (2004) avaliaram os teores de cobre e zinco em leguminosas cruas e após processamento térmico. Observaram que, após o processamento térmico em meio salino ou aquoso, a maioria das amostras não teve perda significativa dos teores de cobre e zinco em relação às amostras cruas.

### 3.4 ATIVIDADE DE ÁGUA ( $a_w$ )

O principal objetivo da desidratação de alimentos é prolongar a vida de prateleira do mesmo em relação aos alimentos frescos. Isto é alcançado pela redução da sua atividade de água ( $a_w$ ) até um valor que iniba o crescimento e desenvolvimento de microorganismos patógenos e esporulados, reduzindo também a atividade enzimática e a velocidade das reações químicas (BRENNAN, 1994).

A água pode influenciar a reatividade química de diversas maneiras. Ela pode agir como um reagente, como no caso da hidrólise da sacarose. Como um solvente, a água pode exercer um efeito de diluir os substratos, e deste modo diminuir a velocidade de reação. A água pode também mudar a mobilidade dos reagentes por afetar a viscosidade dos sistemas dos alimentos, assim como, também, pode formar pontes de hidrogênio ou complexos de várias espécies reagentes. Por exemplo, pode afetar a taxa de oxidação lipídica pela hidratação de metais catalíticos ou a hidroperoxidação das pontes de hidrogênio com água (ROCKLAND *et al.*, 1987).

A questão da disponibilidade de água é complexa e depende das várias formas em que a água se encontra no alimento. Não há um parâmetro único que possa ser usado como um guia para determinar a deterioração dos alimentos ou a finalização da secagem requerida para a estabilidade final do produto (MACCARTHY, 1985; BOBBIO e BOBBIO, 1992).

### 3.5 PROCESSOS DE SECAGEM

A desidratação é uma das mais antigas formas de preservação de alimentos, e tem sido utilizada pelas gerações para preservar vegetais, frutas, café, cereais e peixes (MACCARTHY, 1985).

O primeiro grande impulso ao desenvolvimento da indústria da desidratação de legumes e hortaliças ocorreu na primeira Guerra Mundial, solucionando muitos problemas referentes ao transporte e à estocagem de vegetais, carnes e sopas. Mas os produtos enviados às forças americanas na Europa eram considerados duros. Porém, durante a Segunda Guerra Mundial, com a introdução da tecnologia do processamento por branqueamento antes da secagem, os legumes e hortaliças desidratados consumidos pelos exércitos alemães e aliados, eram de uma qualidade muito superior (TRAVAGLINI, 1981; GREENSMITH, 1998).

A secagem de legumes e hortaliças ocupa uma posição muito representativa na área de desidratação de alimentos. Teve seu início com a secagem ao sol, com a finalidade de preservar os excedentes das colheitas para serem consumidos no período de escassez. Não há registros sobre a sua origem, mas muitos dos seus métodos têm sido utilizados até os dias presentes constituindo-se, em muitos casos, na base das atuais tecnologias de processamento (TRAVAGLINI, 1981).

Na seleção do equipamento para secagem de alimentos deve-se levar em consideração fatores como: características físico-químicas da matéria prima a ser

utilizada e a capacidade de produção do secador (BARBOSA - CÁNOVAS *et al.*, 2000).

### 3.5.1 Secagem a Vácuo

Segundo TRAVAGLINI (1981), a secagem a vácuo possibilita a evaporação da água dos alimentos em um razoável período de tempo e a temperaturas inferiores às utilizadas sob condições atmosféricas. A utilização de temperaturas mais baixas resulta na obtenção de produtos desidratados de melhor qualidade. Na secagem sob condições atmosféricas, o calor fornecido para evaporar a água contida nos alimentos se processa normalmente por convecção. Na secagem a vácuo, o calor é fornecido ao material por condução ou radiação.

Um sistema de secagem a vácuo apresenta quatro elementos essenciais: uma câmara de secagem dotada de superfície sobre a qual o material a ser desidratado é colocado; meios para fornecer o calor para provocar a evaporação da água do alimento; dispositivo para manter o vácuo na câmara; e um sistema para coletar o vapor da água gerado durante a secagem. Esses elementos são comuns a todos os sistemas de secagem a vácuo, independentemente de o sistema ter sido projetado para operar contínua ou intermitentemente. Geralmente, no sistema de secagem a vácuo, o processo ocorre a pressões da ordem de 1 a 50mmHg, enquanto no sistema de secagem por liofilização a pressão é da ordem de 0,1 a 2,0mmHg (TRAVAGLINI, 1981).

PINEDO (2003) estudou a cinética de secagem a vácuo da cenoura (*Daucus carota*) e da abóbora (*Cucurbita maxima*). As secagens foram realizadas com as matérias primas *in natura* e pré-tratadas por congelamento e branqueamento. As pressões utilizadas foram de 5, 15 e 25kPa e temperaturas de 50°C, 60°C e 70°C. A análise do efeito dos pré-tratamentos e dos parâmetros pressão e temperatura sobre a velocidade de secagem revelou que os melhores valores foram obtidos com a temperatura de 70°C e pressão de 5kPa (37,51mmHg) para as amostras pré-tratadas

por congelamento, sendo a abóbora a matéria-prima com maiores velocidades de secagem independente do pré-tratamento recebido e da condição de secagem utilizada.

Em um estudo realizado por YOUSIF *et al.* (2000), foram comparados três métodos para secagem do orégano: a liofilização, o método convencional de secagem por ar quente e o método por microondas a vácuo. Os resultados desse estudo mostraram que as amostras de orégano submetidas à desidratação por liofilização e por microondas a vácuo obtiveram melhores qualidades finais (em termos de cor, capacidade de reidratação e estrutura) em relação ao método convencional. O método por microondas mostrou-se bastante rápido, quando comparado aos demais.

### 3.5.2 Secagem Convectiva

Durante a desidratação de um sólido úmido com circulação forçada de ar, esse ar fornece o calor sensível e latente necessário e também age como um transportador do vapor de água formado, movendo-o para fora da superfície de desidratação e permitindo que a evaporação ocorra. O ciclo dessa desidratação consiste em três períodos (BRENNAN, 1994):

O primeiro período representa uma estabilização, durante o qual as condições da superfície do sólido entram em equilíbrio com o ar de secagem. A duração deste período é pequena, se comparada ao tempo total de desidratação.

No segundo período, a velocidade de secagem mantém-se constante. Durante este período a superfície do sólido é saturada com água. Como esta água é evaporada da superfície, ela é substituída pela água que migra do interior do sólido para superfície. A velocidade de evaporação da água contida na superfície equilibra a velocidade da transferência de calor do ar para a superfície, existindo então um estado de equilíbrio. Esse estado persiste enquanto o movimento da água para a superfície for suficiente para mantê-la em condições de saturação.

No terceiro período, há uma queda na velocidade de secagem. A temperatura na superfície do sólido aumenta e aproxima-se da temperatura do ar. O processo de desidratação é encerrado quando a umidade do produto estiver em equilíbrio com a umidade do ar.

Alguns estudos mostram a influência da secagem convectiva (por circulação forçada de ar) no valor nutritivo dos alimentos. RAMOS (1991) estudou as mudanças na composição dos carotenóides da cenoura e do espinafre durante a desidratação por ar quente e por liofilização em escala industrial. A perda de beta-caroteno no espinafre, em ambos os tratamentos, foi de 12%. Em relação à cenoura, as amostras desidratadas por ar quente perderam 13% em beta-caroteno, enquanto o processo de liofilização não alterou significativamente o teor dessa pró-vitamina na cenoura.

Em estudo realizado por GUISTEM *et al.* (2002), avaliou-se a qualidade do milho doce (em espiga) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem em estufa com circulação de ar. Os resultados mostraram que as sementes de milho doce analisadas, com teor de água igual ou menor do que 35% podem ser submetidas à secagem em espiga à temperatura de 30°C e 40°C, sem perdas significativas em sua qualidade.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAL

A abóbora (*Cucurbita moschata*) variedade Menina, mostrada na Figura 1, foi obtida no comércio da região de Curitiba, originária do estado do Paraná. A escolha dessa variedade deveu-se a fatores como quantidade ofertada e facilidade de manuseio.

Foram escolhidas abóboras com casca clara e polpa alaranjada (Figura 1), indicando razoável grau de maturação.

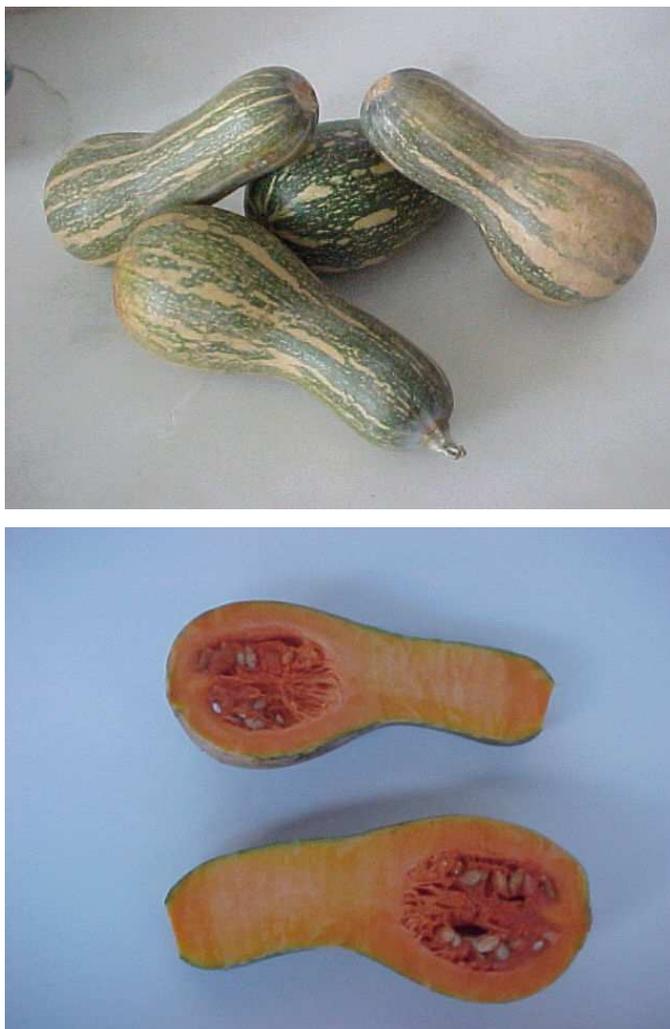


FIGURA 1 – ABÓBORA (*Cucurbita moschata*) VARIEDADE MENINA

## 4.2 PREPARO DA AMOSTRA

As abóboras foram higienizadas manualmente com sabão e posteriormente mantidas em solução de hipoclorito a 0,2% por 10 minutos. Seguiu-se o descascamento e retirada das sementes, ambos manualmente. A polpa então foi cortada em pedaços e processada (ralada) em processador de alimentos *Moulinex (Ovatio 2)* e submetida ao congelamento durante 24 horas em congelador a - 8°C. Após o descongelamento em temperatura ambiente, foram homogeneizadas e centrifugadas em centrífuga Industrial *TREU* (Figura 2) a 5 rpm por 5 minutos, para eliminação de aproximadamente 6% da umidade existente.



FIGURA 2 – CENTRÍFUGA INDUSTRIAL UTILIZADA DURANTE O PROCESSAMENTO DA ABÓBORA.

O congelamento, segundo BROW (1967) citado por PINEDO (2003), modifica as propriedades termo físicas do produto, afetando a porosidade, a permeabilidade e a condutividade térmica, conduzindo a uma grande modificação na cinética de secagem e na taxa de reidratação. A esse fato deveu-se a escolha por esse pré-tratamento.

### 4.3 SECAGEM DA ABÓBORA

#### 4.3.1 Secagem em estufa a vácuo

Depois de centrifugadas e homogeneizadas, 200g da amostra foram distribuídos sobre uma tela de nylon, como mostra a Figura 3. Em cada processo optou-se por utilizar uma só bandeja, devido às dimensões do equipamento. Foram então submetidas ao processo de desidratação em estufa a vácuo QUIMIS (modelo Q-319 – V2/6) a 0,09MPa ou 676,7 mmHg. As temperaturas utilizadas durante o processo foram 45°C, 55°C e 65°C. Para controle de umidade, eram retiradas amostras em intervalos de uma hora, quebrando-se o vácuo para abertura do equipamento. Para definição da umidade requerida utilizou-se a RDC nº 263 da ANVISA/MS, de 22 de setembro de 2005, a qual estabelece uma umidade igual ou inferior a 15%, estabelecida para farináceos (ANVISA, 2005).



FIGURA 3 – ABÓBORA ACONDICIONADA EM TELA DE NYLON ANTES DA SECAGEM

### 4.3.2 Secagem Convectiva

Depois de centrifugadas e homogeneizadas, 200g da amostra foram distribuídas sobre uma tela de nylon (Figura 3), utilizando-se uma só bandeja, e submetidas ao processo de desidratação, ou secagem convectiva, em Estufa de Circulação Forçada FABBE (modelo 170), e circulação de ar horizontal a  $18 \text{ m}^3/\text{h}$ . As temperaturas utilizadas foram de  $50^\circ\text{C}$ ,  $55^\circ\text{C}$  e  $60^\circ\text{C}$ . Para controle de umidade, eram retiradas amostras em intervalos de uma hora e meia. O teor de umidade requerido foi definido com base na RDC nº 263 da ANVISA/MS, de 22 de setembro de 2005, a qual estabelece uma umidade igual ou inferior a 15%, estabelecida para farináceos (ANVISA, 2005).

A Figura 4 mostra as etapas do processamento da abóbora.

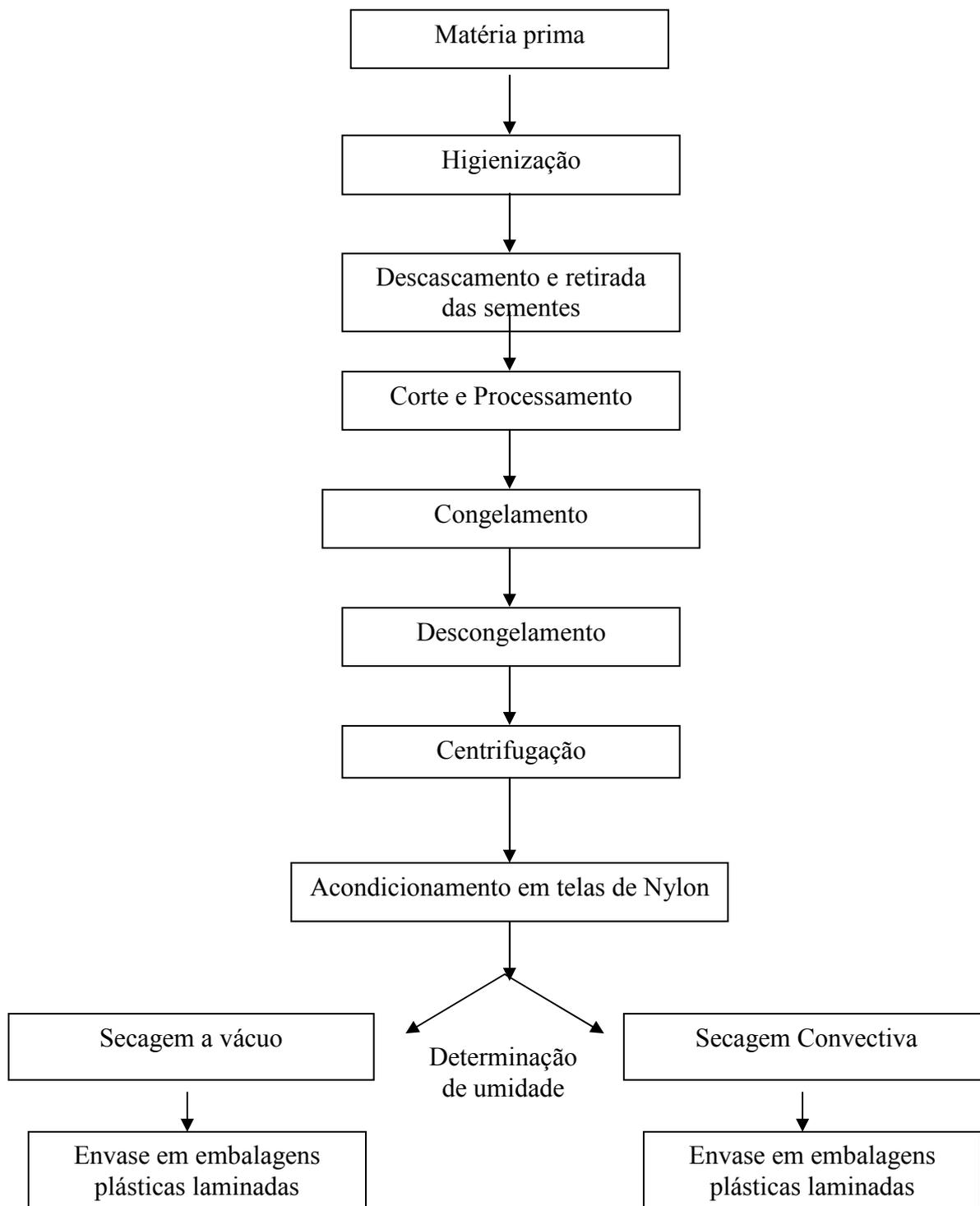


FIGURA 4 – ETAPAS DO PROCESSAMENTO DE SECAGEM A VÁCUO E CONVECTIVA DA ABÓBORA

#### 4.4 METODOLOGIA DE ENSAIO

Foram determinados para a polpa de abóbora *in natura* os teores de lipídios, cinzas, umidade, carboidratos totais, beta-caroteno, fibra alimentar, minerais, proteínas e cor. Para a polpa de abóbora desidratada foram feitas as determinações de umidade, beta-caroteno e cor.

A fibra alimentar e o beta-caroteno foram determinados em duplicata. As demais determinações foram feitas em triplicata.

Extrato etéreo (lipídios): determinado por extração com éter etílico durante cinco horas em extrator de Soxhlet (Prodicil), conforme método 920.39 da AOAC (2000).

Cinzas: determinadas pela calcinação em mufla (Quimis) a 550-600°C durante cinco horas de acordo com o método 900.02A (AOAC, 2000).

Umidade: realizada em estufa (Marconi MA 035) com circulação forçada de ar, com temperatura de 105°C ou 60-70°C durante 12 horas, ou até peso constante, conforme método 925.10 da AOAC (2000).

Carboidratos totais: calculados por diferença 100g - total g (proteína, lipídios, cinzas), portanto inclui a fração fibra alimentar, em base seca (USP, 1998).

Beta-caroteno: determinado de acordo com o método estabelecido por CARVALHO *et al.* (1992), em cromatógrafo líquido marca Simadzu composto por bomba modelo LC-10AD e Detector Arranjo de Diodos/VIS modelo SPD-M10A, comprimento de onda 450nm. Coluna Lichrocart-Lichrospher 100 RP 18 com dimensões de 125x4mm. Fase móvel: metanol: clorofórmio (95:05). Fluxo de F.M.: 1,0 ml/minuto. Tempo de retenção do pico: aproximadamente 11 minutos.

Fibra alimentar: determinada utilizando-se uma combinação de métodos enzimáticos e gravimétricos. As amostras secas, com baixo teor de gordura (gordura < 5%), foram gelatinizadas com  $\alpha$ -amilase e então digeridas enzimaticamente com protease e amiloglucosidase para a remoção da proteína e do amido presente na amostra. Foi adicionado etanol para precipitar a fibra dietética solúvel. O resíduo então foi filtrado e lavado com etanol e acetona. Após a secagem, o resíduo foi pesado. Metade das amostras foi utilizada para análise de proteínas e a outra, para a análise de cinzas. O total de fibra alimentar é o peso do resíduo menos o peso das proteínas e das cinzas, de acordo com o método 992.16 da AOAC (2000).

Minerais: foram analisados por espectrofotometria de absorção atômica. Os teores de cálcio, ferro e zinco, segundo o método 999.10 da AOAC (2000).

Proteínas: determinadas pelo nitrogênio total, utilizando o método de Kjeldahl (macro-Kjeldahl Prodicil) e o fator de 6,25 para conversão em proteína, conforme método 955.04C descrito pela AOAC (2000).

Colorimetria: realizada por colorímetro portátil *HunterLab MiniScan XE Plus* em escala universal: L\* para luminosidade que vai do branco (100) ao preto (0), a\* para o eixo de cromaticidade que vai do vermelho ao verde e b\* para o eixo de cromaticidade que vai do amarelo ao azul, conforme CIE (1986).

## 4.5 TRATAMENTO DE DADOS

### 4.5.1 Curvas de Secagem

Os teores de umidade, resultantes das secagens a vácuo e convectiva da abóbora (*Cucurbita moschata*), foram apresentadas e analisadas através de curvas de secagem.

#### 4.5.2 Planejamento Experimental para Análise de Superfície de Resposta das Secagens a Vácuo e Convectiva da Abóbora (*Cucurbita moschata*)

Segundo RODRIGUES (2005), a metodologia de Planejamento Experimental e Análise de Superfície de Resposta vêm sendo consideradas como ferramentas eficazes e imprescindíveis para o desenvolvimento de processos.

Para o planejamento e desenvolvimento deste trabalho foi empregada a Metodologia de Superfície de Resposta através do programa STATISTICA 5.0, Stat Soft, 1996.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*)

Os resultados apresentados, na Tabela 4 e na Figura 5, mostram a composição centesimal da abóbora (*Cucurbita moschata*) *in natura*.

TABELA 4 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL EM BASE SECA DA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*).

COMPOSIÇÃO	% (p/p)	SD**
Umidade	95,06	0,03
*Cinzas	12,02	0,61
*Lipídios	3,48	1,38
*Proteínas	0,20	0,06
*Carboidratos	84,30	1,77
*Fibra Alimentar Total	45,22	1,47
Energia (kcal/100g)	9,30	0,15
*Cálcio (mg/100g)	6,78	0,30
*Zinco (mg/100g)	59,48	0,12
*Ferro (mg/100g)	9,93	0,03

NOTA: \* Valores em base seca.

\*\* SD = Desvio padrão

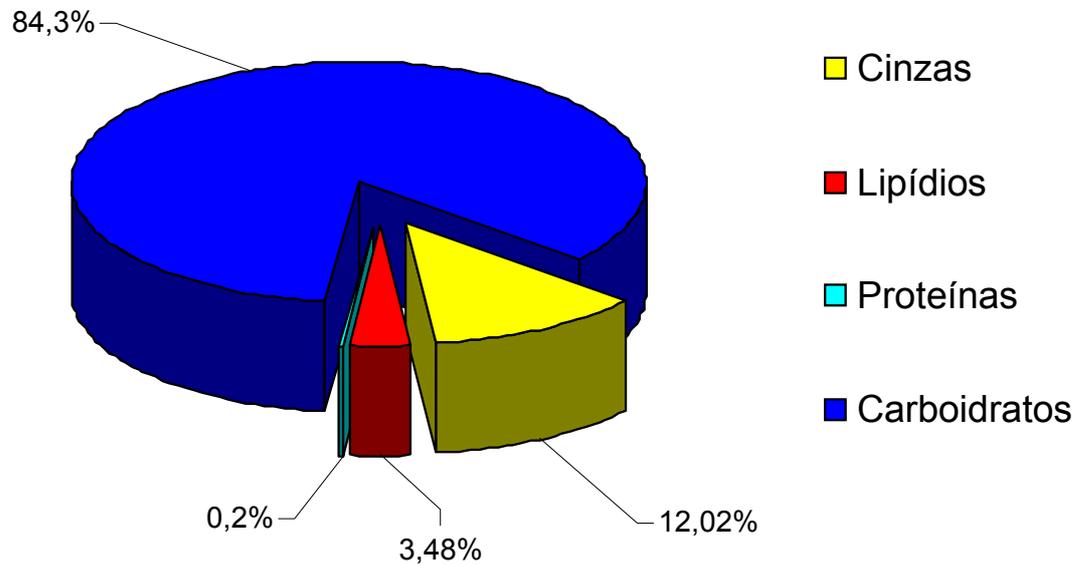


FIGURA 5 – COMPOSIÇÃO CENTESIMAL, EM BASE SECA, DA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*)

Com base nos resultados expostos na Tabela 4 e na Figura 5 pode ser observado que a abóbora analisada (*Cucurbita moschata*) apresentou alto teor de umidade ( $95,06 \pm 0,03\%$ ). Este valor foi superior aos valores de referência expostos na Tabela 1 ( $92,5\%$  e  $91,6\%$ ).

O teor de lipídios encontrado ( $3,48 \pm 1,38\%$ ) foi bem menor em relação ao valor de  $13,33\%$  divulgado por TACO (2004) e maior que o apresentado pela USDA (2005), de  $1,2\%$ . O valor protéico da abóbora analisada ( $0,2 \pm 0,06\%$ ) apresentou-se menor que os valores sugeridos por TACO (2004) e USDA (2005).

Quanto às fibras, o teor resultante ( $45,22 \pm 1,47\%$ ) foi bem maior que os citados pela USDA (2005) de  $6,0\%$  e por TACO (2004) de  $22\%$ . A abóbora pode ser

considerada um alimento rico em fibras alimentares quando comparado ao arroz integral, o qual possui um teor de 6,11% desse nutriente, segundo USP (1998).

Em relação aos minerais, a abóbora analisada mostrou ser uma boa fonte de ferro e de zinco se comparada às recomendações diárias de 7mg e 15mg respectivamente, citadas por ASSAO (2004) e STELLA (2005). Entre os minerais encontrados na amostra, o teor de zinco (59,48mg/100g), foi bem superior ao valor de 3,8mg/100g referenciado pela USDA (2005) e de 2,7mg/100g sugerido por TACO (2004). Por outro lado, o teor de ferro (9,93mg/100g) obtido apresentou-se muito próximo do valor de 9,5mg/100g encontrado por USDA (2005). Essas diferenças, porém, aumentaram muito em relação ao cálcio, que apresentou um teor de 6,78mg/100g na amostra analisada, sendo que na literatura encontram-se valores de 250mg/100g (USDA, 2005) e de 180mg/100g (TACO, 2004).

O valor energético da amostra (9,3kcal/100g) mostrou-se menor que os valores propostos por TACO (2004) e USDA (2005) de 25,5kcal/100g e 26kcal/100g respectivamente.

A diferença entre os valores obtidos neste trabalho e os encontrados na literatura, pode ser devido ao fato de que o teor de sólidos totais na abóbora (*Cucurbita moschata*) é bastante variável (de 6,4 a 17,5%), provocando também a variação de seus componentes (PEDROSA, 1981). Outros fatores que podem contribuir com a diferença entre os valores de nutrientes sugeridos são: a composição do solo (em relação a minerais e outros componentes); o clima; a safra e também a forma de preparação das amostras, podendo haver perdas nutricionais durante a mesma.

A Tabela 5 compara os valores (em base úmida e seca) de beta-caroteno encontrados na abóbora crua, antes e após a centrifugação.

TABELA 5 – TEOR DE BETA-CAROTENO ENCONTRADO NA POLPA DA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*) CRUA, ANTES E APÓS CENTRIFUGAÇÃO

COMPOSIÇÃO	POLPA CRUA		POLPA CENTRIFUGADA
	( <sup>1</sup> )BU	( <sup>2</sup> )BS	( <sup>2</sup> )BS
Umidade (%)	92,0		
Beta-caroteno ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	1.060,00	13.250,00	13.129,43

NOTA: BU = Base úmida; BS = Base seca.

(1) Valores por 100g de amostra, em base úmida.

(2) Valores por 100g de amostra, em base seca.

As perdas de beta-caroteno pela abóbora durante a centrifugação apresentaram-se menores que 1%, em base seca, como observado na Tabela 5. Esse fato pode ser explicado pela característica hidrofóbica desse componente, ou seja, devido a sua insolubilidade em água (COMBS JUNIOR, 1992).

Os teores de beta-caroteno apresentados na Tabela 5 confirmam que esta leguminosa é rica em pró-vitamina A, como relatado por ROBINSON (1997) e MANTUANO (2004), conferindo assim maior valor nutritivo ao produto estudado.

Com base no valor de ingestão diária recomendada (IDR) para vitamina A (600 $\mu\text{g}$ ), estabelecido pela ANVISA (2003), pode-se considerar a abóbora como fonte dessa vitamina. Segundo ROCHE (2005), uma molécula de beta-caroteno pode ser clivada por uma enzima intestinal específica em duas moléculas de vitamina A.

ARIMA (1987) mostrou que os teores de beta-caroteno na abóbora variedade Baianinha e variedade Menina foram maiores em relação à variedade Jerimum. USP (1998), da mesma forma, cita valores maiores de beta caroteno para a variedade Baianinha (4.320 $\mu\text{g}/100\text{g}$ ), enquanto para a variedade Menina é citado um valor de 540 $\mu\text{g}/100\text{g}$ . Este último encontra-se inferior ao exposto na Tabela 5, provavelmente por se tratar de abóboras de regiões distintas, com diferentes climas e solos.

Comparando a abóbora com outros vegetais, os teores de beta-caroteno encontrados apresentaram-se superiores aos encontrados na Manga Tomy Atkins ( $260\mu\text{g}/100\text{g}$ ) e no Mamão ( $140\mu\text{g}/100\text{g}$ ), citados por USP (1998).

## 5.2 CURVAS DE SECAGEM

### 5.2.1 Desidratação em estufa a vácuo

Os testes iniciais deste experimento foram realizados em estufa a vácuo, baseados no estudo de PINEDO (2003) sobre a cinética de secagem a vácuo de cenoura e abóbora *in natura* e pré-tratadas por congelamento e branqueamento. Os melhores valores de velocidade de secagem foram apresentados pela abóbora pré-tratada por congelamento e secas a  $70^{\circ}\text{C}$  e  $5\text{kPa}$  ( $37,51\text{mmHg}$ ), a qual atingiu em 3 horas um valor de difusividade efetiva de  $5,70\text{ m}^2/\text{s}$ , determinada através do estudo de encolhimento da amostra. Dessa forma, a opção pela desidratação a vácuo da abóbora pré-tratada por congelamento, como teste preliminar do estudo em questão, baseou-se no referido autor. Porém, as temperaturas ( $45^{\circ}\text{C}$ ,  $55^{\circ}\text{C}$  e  $65^{\circ}\text{C}$ ) e pressão ( $0,09\text{MPa}$  ou  $676,7\text{mmHg}$ ) para o estudo foram estabelecidas levando-se em consideração a capacidade do equipamento disponível.

O histograma de umidade da abóbora seca em estufa a vácuo a diferentes temperaturas é mostrado na Figura 6.

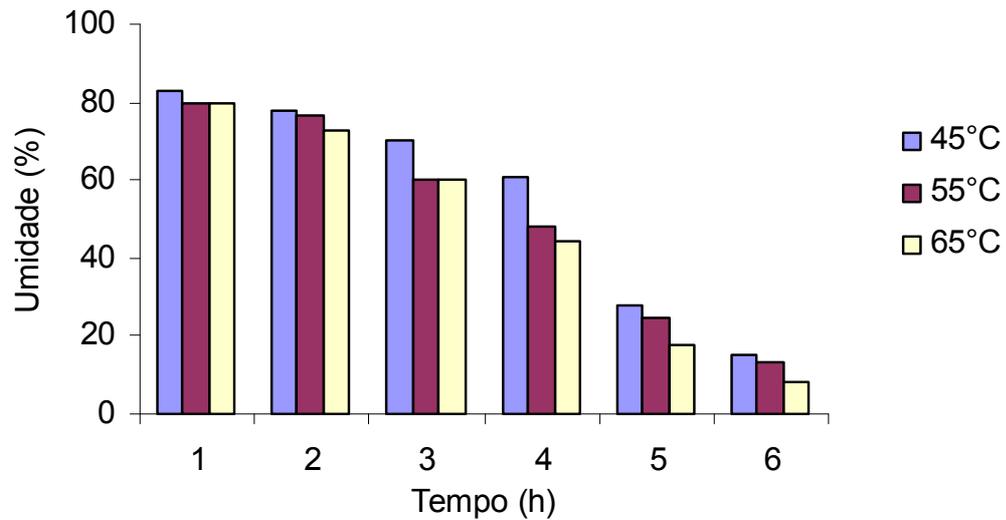


FIGURA 6 – HISTOGRAMA DE UMIDADE DA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*) SUBMETIDA À SECAGEM A VÁCUO (0,09MPa ou 676,7mmHg) A DIFERENTES TEMPERATURAS

Na Figura 6 pode-se observar que a umidade resultante da desidratação a vácuo da abóbora (*Cucurbita moschata*), foi menor na amostra submetida a 65°C por 6 horas. O produto final atingiu uma umidade de 8%. No entanto, essa mesma amostra apresentou em 3 horas uma umidade igual a da amostra desidratada a 55°C.

As amostras desidratadas a 45°C resultaram numa umidade de 15%, valor máximo tolerado para farináceos, segundo ANVISA (2005). Porém, esse teor apresentou-se superior aos teores de umidade apresentados pela polpa seca a 55°C (13%) e a 60°C (8%), após 6 horas de tratamento.

Com base nas equações linearizadas (Tabela 6, p. 32), resultantes das curvas de secagem a vácuo da polpa de abóbora, pode-se verificar que seriam necessárias 5,97 horas e 5,58 horas para que as amostras submetidas a 55°C e 60°C atingissem a umidade requerida de 15%, respectivamente.

As curvas de secagem da abóbora submetida à desidratação a vácuo nas diferentes condições durante 6 horas são mostradas na Figura 7.

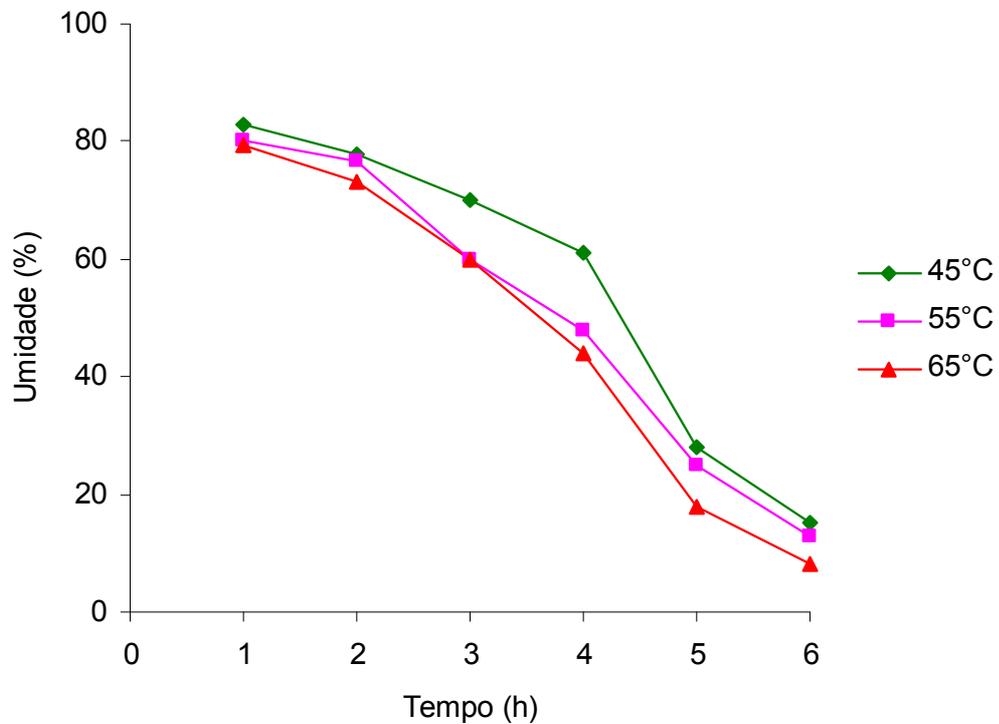


FIGURA 7 – CURVA DE SECAGEM DA ABÓBORA SUBMETIDA À DESIDRATAÇÃO A VÁCUO A DIFERENTES TEMPERATURAS

Na Figura 7 é possível observar que a abóbora seca à 45°C apresentou umidades maiores em relação às demais (submetidas a 55 e 65°C) durante todo o período de 6 horas.

A Tabela 6 (p.32) mostra as equações linearizadas resultantes para as amostras de abóbora submetidas à desidratação a vácuo nas temperaturas de 45°C, 55°C e 65°C e pressão de 0,09MPa (676,7mmHg).

TABELA 6 - EQUAÇÕES LINEARIZADAS PARA A SECAGEM A VÁCUO (0,09MPa ou 676,7mmHg) DA ABÓBORA DURANTE 6 HORAS

TEMPERATURA DE SECAGEM (°C)	EQUAÇÃO	* R <sup>2</sup>
45	$Y = -14,257x + 105,73$	0,9124
55	$Y = -14,329x + 100,57$	0,9713
65	$Y = -15,386x + 100,93$	0,9697

NOTA: \* R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação

As equações linearizadas resultantes da desidratação a vácuo da abóbora a 45°C, 55°C e 65°C, apresentadas na Tabela 6, mostram valores de R<sup>2</sup> muito próximos de 1, ou seja, a maioria dos pontos são coincidentes com os da linha de tendência, indicando a eficiência do processo. Os pontos (reais) da curva resultante da secagem a 45°C apresentaram o menor valor de R<sup>2</sup> = 0,9124. O melhor coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) foi obtido pela amostra submetida a 55°C.

Em decorrência do tempo de secagem a vácuo da polpa de abóbora ter sido considerado alto (6 horas), o experimento passou a ser realizado em estufa com circulação forçada de ar (convectiva), observando da mesma forma o binômio tempo versus temperatura do processo.

### 5.2.2 Secagem Convectiva (em estufa de circulação forçada de ar)

O estudo da secagem convectiva da abóbora (*Cucurbita moschata*) foi baseado no trabalho de PARK *et al.* (2001) sobre secagem de pêra Bartlett (*Pyrus sp.*) em fatias. O autor utilizou as temperaturas de 50°C 60°C e 70°C para a secagem convectiva da pêra a três diferentes velocidades do ar (0,5, 1,0 e 1,5 m/s) e verificou que os maiores valores de difusividade efetiva foram conseguidos à temperatura de 70°C. No entanto, no estudo em questão a abóbora foi processada (ralada), o que promoveu um aumento na superfície de evaporação de água da amostra, possibilitando a utilização de menores temperaturas de trabalho. Foram então estabelecidas as temperaturas de 50°C, 55°C e 60°C e velocidade do ar de 18 m<sup>3</sup>/h, conforme capacidade do equipamento.

As Figuras 8 e 9 ilustram as variações da umidade da abóbora e a eficiência do processo da secagem convectiva.

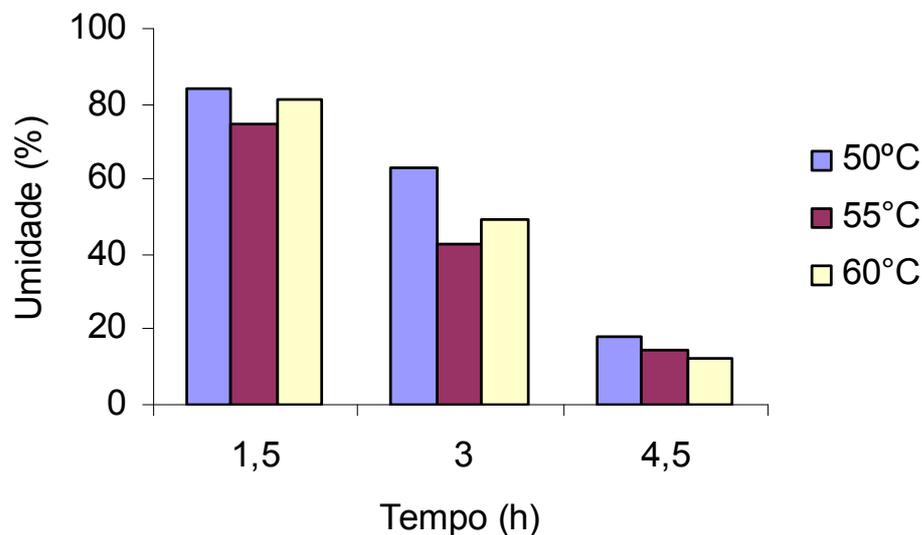


FIGURA 8 – HISTOGRAMA DE UMIDADE DA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*) SUBMETIDA À SECAGEM CONVECTIVA EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Pode-se observar na Figura 8 que a umidade da abóbora submetida a 50°C resultou, após 4,5 horas, num produto com maior umidade (18%) em relação às outras temperaturas utilizadas para a secagem. Conforme a equação apresentada na Tabela 7 (36 p), seria necessário prorrogar o tempo de secagem até 4,8 horas para que essa amostra atingisse a umidade requerida de 15%.

A amostra desidratada a 55°C apresentou uma umidade menor em relação à amostra submetida a 60°C durante as três primeiras horas do experimento. Porém, no final das 4,5 horas a situação se inverteu e as umidades dos produtos finais foram 14,8% e 12,4% respectivamente.

Baseando-se nas equações linearizadas para secagem convectiva (Tabela 7, p.36), pode-se observar que seriam necessárias 4,46 horas e 4,43 horas para que as amostras submetidas a 55°C e 60°C atingissem 15% de umidade, respectivamente.

Quando comparada à secagem a vácuo, percebe-se que a secagem convectiva das amostras foi mais rápida em todas as temperaturas, provavelmente devido à circulação do ar quente dentro da estufa. Com base nas equações linearizadas curvas de secagem (Tabelas 6 e 7, p.32 e p.36) a abóbora submetida à temperatura de 55°C atingiria 15% de umidade em 5,97 horas de secagem a vácuo, enquanto na secagem convectiva a amostra levaria 4,46 horas.

A Figura 9 apresenta as curvas da secagem convectiva por um período de 4,5 horas a diferentes condições de processo.

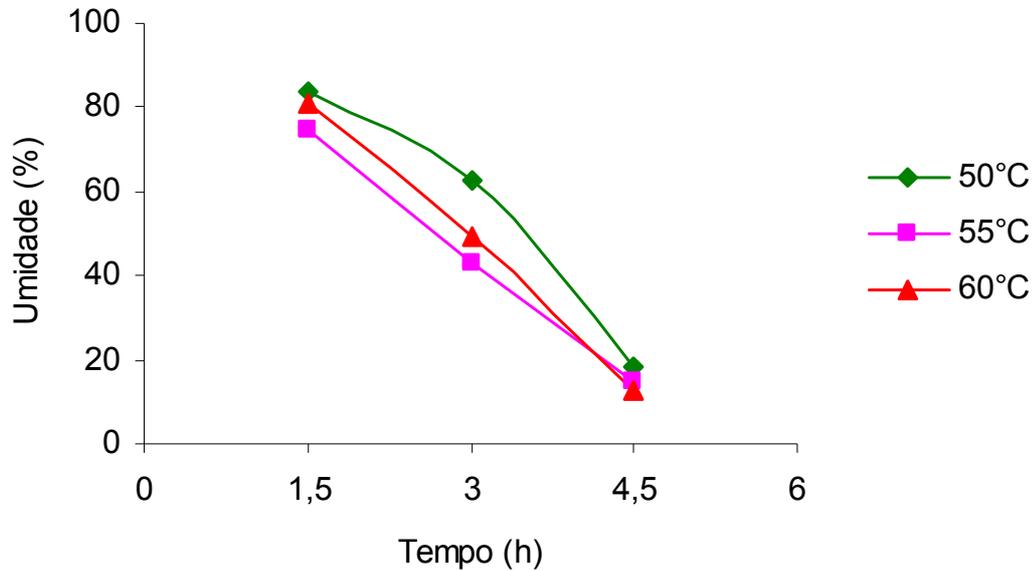


FIGURA 9 – CURVA DE SECAGEM DA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*) SUBMETIDA À DESIDRATAÇÃO CONVECTIVA A DIFERENTES TEMPERATURAS

Da mesma forma que na Figura 8, a Figura 9 permite observar que a abóbora seca a 50°C apresentou valores de umidade acima daqueles apresentados pelas amostras secas a 55°C e 60°C, durante todo o tempo de processo. E que até 3 horas de secagem a temperatura de 55°C resultou produtos com umidade menor em relação à temperatura de 60°C, a qual pode ter provocado a formação de uma camada de cimentação dificultando a evaporação inicial da amostra.

A Tabela 7 a seguir mostra as equações linearizadas resultantes para as amostras de abóbora submetidas à secagem convectiva nas temperaturas de 50°C, 55°C e 60°C; no intervalo de tempo estabelecido no experimento.

TABELA 7 - EQUAÇÕES LINEARIZADAS PARA A ABÓBORA DURANTE A SECAGEM CONVECTIVA POR 4,5 HORAS

TEMPERATURA DE SECAGEM (°C)	EQUAÇÃO	* R <sup>2</sup>
50	$Y = -22x + 121$	0,9578
55	$Y = -20x + 104,13$	0,9985
60	$Y = -22,867x + 116,23$	0,9978

NOTA: \* R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação

As equações apresentadas na Tabela 7 mostram que a curva referente a menor temperatura (50°C) apresentou um valor menor de  $R^2 = 0,9578$  em relação às demais temperaturas utilizadas (55°C e 60°C). Este fato foi observado também na secagem a vácuo (Tabela 6).

Percebe-se também que a secagem da abóbora por convecção, em estufa de circulação forçada, foi bastante eficiente em relação à secagem a vácuo, pois todos os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) apresentaram-se maiores para a secagem convectiva.

A Figura 10 mostra as curvas de secagem da polpa de abóbora submetida a 55°C para ambos os tratamentos (a vácuo e convectivo).

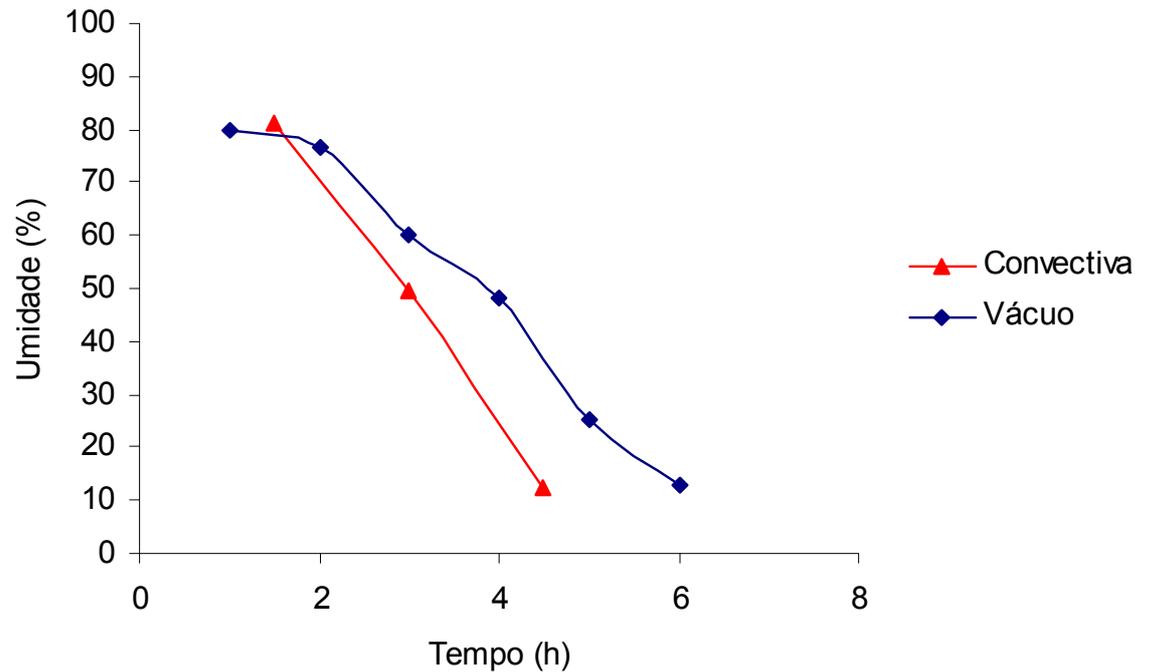


FIGURA 10 - CURVAS DE SECAGEM DA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*) SUBMETIDA À SECAGEM A VÁCUO E À SECAGEM CONVECTIVA NA TEMPERATURA DE 55°C

Pode-se observar na Figura 10 que a secagem convectiva, apresentou teores menores de umidade da polpa de abóbora em relação às umidades apresentadas pela polpa seca a vácuo, exceto na primeira hora. Esse fato confirma a eficiência do processo de desidratação da polpa de abóbora em estufa convectiva em relação à desidratação em estufa a vácuo.

A Figura 10 mostra também uma maior linearidade da secagem convectiva, a qual obteve um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) igual a 0,9985, enquanto a secagem a vácuo obteve o valor de  $R^2 = 0,9713$ , ambas a 55°C.

Desta forma, conclui-se que o binômio tempo versus temperatura foi mais efetivo para a secagem convectiva, pois seus produtos finais apresentaram menores valores de umidade em menores tempos de processo.

### 5.3 Resultados segundo a Metodologia da Superfície de Resposta

Para planejamento e interpretação dos dados resultantes dos processos de secagem a vácuo e convectiva foi empregada a Metodologia de Superfície de Resposta, conforme item 4.4.10, com planejamento fatorial  $2^2$  e três repetições no ponto central.

O delineamento estatístico utilizado (fatorial  $2^2$ ) no experimento, seus centróides e as umidades resultantes estão descritos nas Tabelas 8 e 9.

TABELA 8 – DELINEAMENTO ESTATÍSTICO FATORIAL  $2^2$ , COM TRÊS REPETIÇÕES NO PONTO CENTRAL PARA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*) NO PROCESSAMENTO DE SECAGEM A VÁCUO

ORDEM PADRÃO	TEMPERATURA (°C)	TEMPO (h)	UMIDADE (%)
1	45	1	83,00
2	65	1	79,50
3	45	6	15,00
4	65	6	8,00
5	55	3	62,00
6	55	3	57,00
7	55	3	61,00

TABELA 9 – DELINEAMENTO ESTATÍSTICO FATORIAL  $2^2$ , COM TRÊS REPETIÇÕES NO PONTO CENTRAL PARA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*) NO PROCESSAMENTO DE SECAGEM CONVECTIVA

ORDEM PADRÃO	TEMPERATURA (°C)	TEMPO (h)	UMIDADE (%)
1	50	1,5	84,00
2	60	1,5	81,00
3	50	4,5	18,00
4	60	4,5	12,40
5	55	3	42,50
6	55	3	46,00
7	55	3	40,00

As três repetições no ponto central, expostas nas Tabelas 8 e 9 permitiram medir a coerência dos processos de secagem a vácuo e convectiva.

Os intervalos para análise de umidade das amostras foram diferentes para os processos de secagem, pois, após o processo a vácuo, onde as amostras eram retiradas em intervalos de 1 hora, verificou-se que a abertura da estufa poderia prejudicar a eficiência do processo, optando-se então por um intervalo de 1,5 horas para o processo de secagem convectiva.

Como variáveis independentes, foram utilizados o tempo (em horas) e a temperatura (em °C). A umidade foi a resposta obtida durante o estudo.

Para melhor interpretação dos resultados, foram avaliados os efeitos e os valores de  $p$  (coeficientes estatisticamente significativos a 95% de confiança) para as variáveis.

O valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) resultante em ambos os processos (a vácuo e convectivo) foi de 0,98; tanto para o delineamento com interação quanto para o sem interação. Diante disso pode-se considerar coerente o modelo utilizado, pois segundo BARROS NETO *et al.* (2003), o valor máximo  $R^2$  é 1, e só ocorrerá se não houver resíduo nenhum e, portanto, toda a variação em torno da média for explicada pela regressão. Quanto mais perto de 1 estiver o valor de  $R^2$ , melhor terá sido o ajuste do modelo às respostas observadas.

Também para as duas secagens houve um aumento do coeficiente de ajuste ( $R$  de ajuste) de 0,96 para 0,97 para o modelo sem interação, e o MS residual (Quadrado Médio Residual) diminuiu de 29,51 para 22,89 no processo a vácuo e de 26,74 para 20,47 no processo convectivo. Esse fato indica que o modelo com interação ( $Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_1b_2x_1x_2$ ) pode ser simplificado para  $Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$ .

O valor de MS residual apresentou-se menor para a secagem convectiva (20,47), o que lhe confere uma vantagem quanto à eficiência de processo em relação à secagem a vácuo, cujo valor de MS foi 22,89.

Na avaliação dos efeitos observou-se que os valores para a variável tempo indicaram uma grande influência da mesma sobre a redução de umidade da abóbora. Esse fato é confirmado pelo valor de  $p = 0,0001$  para o delineamento sem interação, mostrado nas Tabelas 10 e 11, indicando que a influência dessa variável é realmente significativa ( $p < 0,05$ ) durante o processo.

Nas Tabelas 10 e 11 são apresentados os Coeficientes de Regressão resultantes em ambos os experimentos.

TABELA 10– COEFICIENTES DE REGRESSÃO RESULTANTES DA SECAGEM A VÁCUO DA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*)

FATOR	SEM INTERAÇÃO	
	COEFICIENTE	p*
Intersecção	113,22	0,0011
TEMPERATURA	-0,26	0,3342
TEMPO	-14,17	<b>0,0001</b>

NOTA: \* coeficientes estatisticamente significativos a 95% de confiança ( $p < 0,05$ )

TABELA 11– COEFICIENTES DE REGRESSÃO RESULTANTES DA SECAGEM CONVECTIVA DA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*)

FATOR	SEM INTERAÇÃO	
	COEFICIENTE	p*
Intersecção	137,22	0,0056
TEMPERATURA	-0,43	0,3958
TEMPO	-22,43	<b>0,0001</b>

NOTA: \* coeficientes estatisticamente significativos a 95% de confiança ( $p < 0,05$ )

Os Coeficientes de Regressão e os valores de  $p$  ( $<0,05$ ), expostos nas Tabelas 10 e 11, mostram que, dentro do intervalo de trabalho ( $45^{\circ}\text{C}$  a  $65^{\circ}\text{C}$  para a secagem a vácuo e  $50^{\circ}\text{C}$  a  $60^{\circ}\text{C}$  para a secagem convectiva), a variável tempo apresentou significativa ao nível de 5% de probabilidade, enquanto a variável temperatura não foi significativa. Essa maior influência da variável tempo sobre o processo de desidratação da abóbora pode ser devido às estreitas faixas de temperatura escolhidas, as quais não tiveram grande influência sobre a resposta (umidade).

As equações assim obtidas para umidade da abóbora são as seguintes:

Secagem a vácuo: umidade =  $113,22 - 0,26x_1 - 14,17x_2$ ;

Secagem convectiva: umidade =  $137,22 - 0,43x_1 - 22,43x_2$ , onde  $x_1$  equivale à temperatura e o  $x_2$  ao tempo de processo.

Através da ANOVA (Tabelas 12 e 13), verificou-se também que a variável tempo foi significativa ( $p<0,05$ ) para a redução de umidade da abóbora, em contrapartida, a temperatura não se apresentou significativa durante o processo.

A falta de ajuste (lack of fit), não foi significativa ( $p>0,05$ ) para ambos os processos indicando que a variabilidade entre os pontos centrais não diferiu da variabilidade dos demais pontos centrais. Confirmando a coerência dos experimentos.

As Tabelas 12 e 13 apresentam a Análise de variância para os processos de secagem a vácuo e convectiva da abóbora, sem interação.

TABELA 12 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A DESIDRATAÇÃO A VÁCUO DA ABÓBORA, SEM INTERAÇÃO DAS VARIÁVEIS TEMPO E TEMPERATURA

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA QUADRÁTICA	MÉDIA QUADRÁTICA	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabela (5%)</sub>
Regressão	2	5164,33	2582,16	162,50	6,94
Resíduos	4	63,59	15,89		
Falta de ajuste	2	77,59	38,79		
Erro puro	2	14,00	7,00		
Total	6	5227,92			

TABELA 13 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A DESIDRATAÇÃO CONVECTIVA DA ABÓBORA, SEM INTERAÇÃO DAS VARIÁVEIS TEMPO E TEMPERATURA

FONTE DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE	SOMA QUADRÁTICA	MÉDIA QUADRÁTICA	F <sub>calculado</sub>	F <sub>tabela (5%)</sub>
Regressão	2	4547,78	2273,89	111,04	6,94
Resíduos	4	81,91	20,48		
Falta de ajuste	2	63,75	31,87		
Erro puro	2	18,17	9,08		
Total	6	4629,69			

Observa-se nas Tabelas 12 e 13 que o valor F calculado foi maior em relação ao F encontrado na tabela. Esse fato significa que a análise de variância validou o modelo do experimento, e é possível prosseguir com a Superfície de Resposta.

Para a construção das Superfícies de Resposta referentes aos dois processos de secagem (Figuras 11 e 12) foi utilizado o modelo simplificado  $Y=b_0 + b_1x_1 + b_2x_2$ .

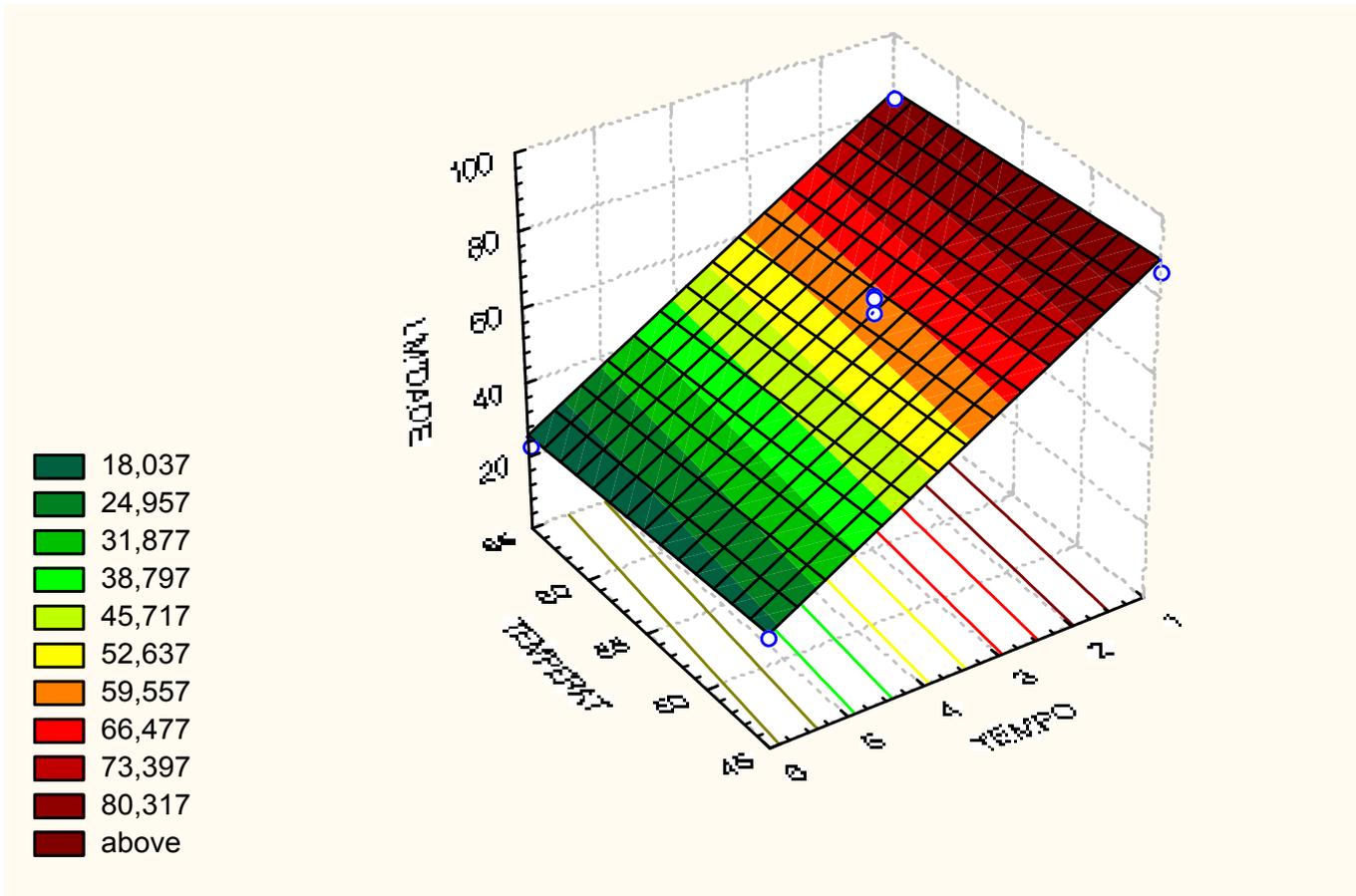


FIGURA 11 – SUPERFÍCIE DE RESPOSTA, SEM INTERAÇÃO, PARA UMIDADE (%) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE SECAGEM A VÁCUO DA ABÓBORA.

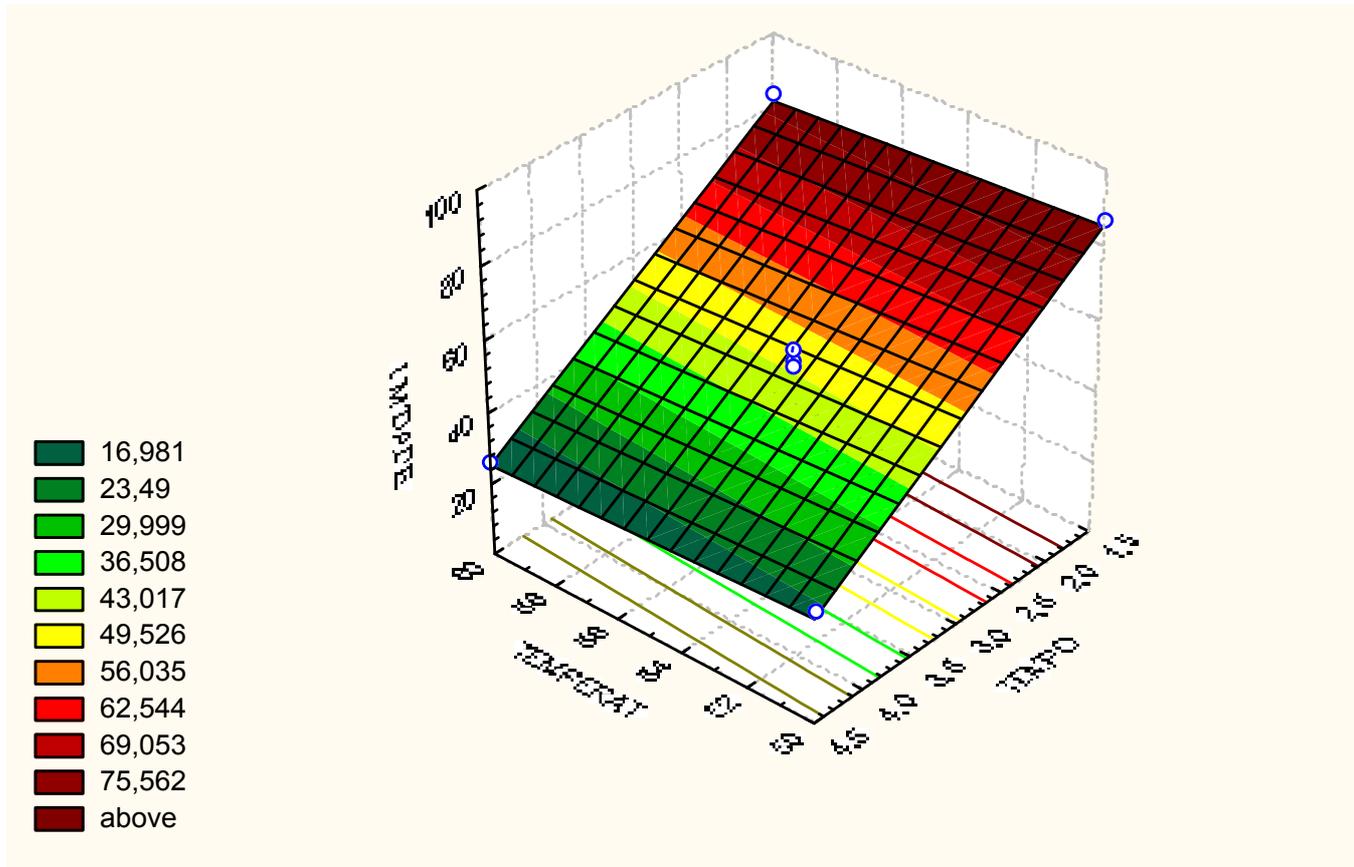


FIGURA 12 – SUPERFÍCIE DE RESPOSTA, SEM INTERAÇÃO, PARA UMIDADE (%) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA E DO TEMPO DE SECAGEM CONVECTIVA DA ABÓBORA.

As Figuras 11 e 12 descrevem a variação da resposta umidade em função do tempo e temperatura de processo. Pode-se observar em ambos os casos que a variável tempo exerceu uma maior influência sobre a resposta e que a associação de valores maiores de tempo e temperatura favorece a diminuição da umidade.

#### 5.4 RENDIMENTO DA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*)

O rendimento da polpa foi de 68,22%, sendo que a casca representava 22,9% e a semente 8,88% da abóbora (*Cucurbita moschata*) variedade menina.

Segundo PEDROSA (1981), o rendimento da polpa é uma característica importante, tanto para o consumo quanto para a industrialização dos frutos. A espessura da polpa varia entre frutos da mesma espécie e de espécies diferentes, dificultando assim a análise de rendimento das mesmas.

#### 5.5 EFEITO DO PROCESSO DE SECAGEM CONVECTIVA SOBRE O TEOR DE BETA-CAROTENO NA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*)

Devido à secagem convectiva ter apresentado os menores valores de umidade em menores tempos de secagem em relação ao processo a vácuo (Figuras 7 e 9), os produtos finais secos em estufa convectiva foram escolhidos para a determinação de beta-caroteno. A facilidade de utilização da estufa com circulação forçada de ar também contribuiu para essa escolha.

A Figura 13 mostra os teores (%) de beta-caroteno encontrados na polpa de abóbora (*Cucurbita moschata*) submetida à secagem por circulação forçada às temperaturas de 50°C, 55°C e 60°C, durante 4,5 horas. Os cálculos foram realizados a partir da polpa de abóbora *in natura*.

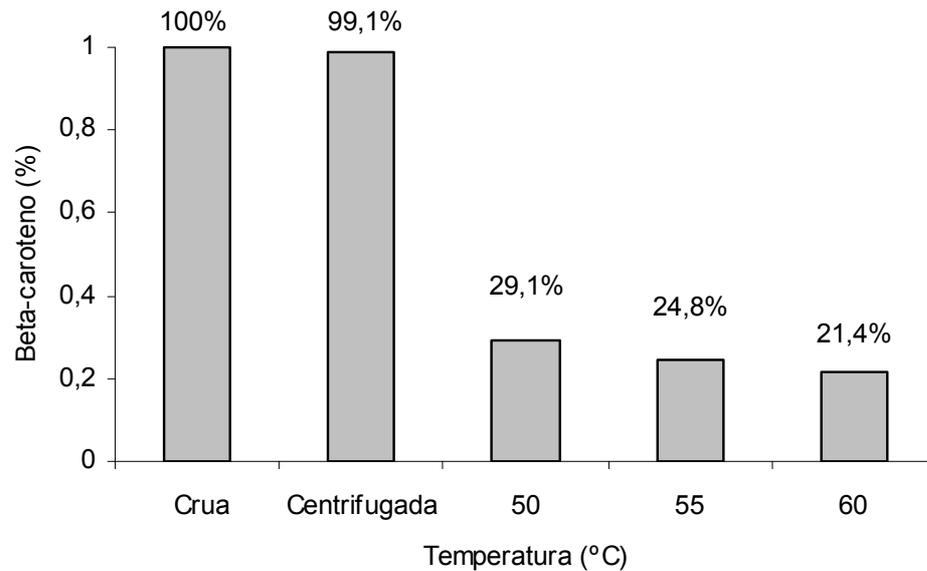


FIGURA 13 – TEOR DE BETA-CAROTENO RETIDO NA ABÓBORA DURANTE O PROCESSO DE SECAGEM EM ESTUFA DE CIRCULAÇÃO FORÇADA

As vitaminas e as pró-vitaminas nos alimentos são perdidas por ação de agentes químicos e de outros fatores, como o pH, a temperatura e a exposição à luz e ao oxigênio. Na condição de vácuo, ocorrem cerca de 5 a 40% de perdas de atividade em função do tempo, temperatura e natureza do carotenóide. Na presença de oxigênio, a destruição da vitamina é estimulada por enzimas, luz e co-oxidação com hidroperóxidos, resultantes da oxidação de lipídeos. A oxidação pode resultar em perda completa da atividade das vitaminas. Em alimentos desidratados, a perda dessa vitamina se deve particularmente à tendência que esses produtos têm de sofrer oxidação (SALES *et al.*, 1983).

Com base na Figura 13 é possível observar que as abóboras submetidas às três temperaturas (50°C, 55°C e 60°C) obtiveram perdas expressivas de beta-caroteno, em relação à abóbora crua centrifugada. Porém, pode-se considerar a temperatura de 50°C a melhor a ser utilizada por apresentar menor redução, em relação às demais temperaturas e pelo seu tempo de secagem ser consideravelmente bom.

As perdas de beta-caroteno, de acordo com HARDY *et al.* (1999) e SALES *et al.* (1983) são devido à oxidação do alimento, que ocorre rapidamente a altas temperaturas na presença de oxigênio. HARDY *et al.* (1999) estudou a perda de nutrientes em alimentos durante os processos térmicos e verificou que, durante o cozimento as perdas de vitamina A atingiram 40% em relação ao alimento *in natura*.

As reduções em beta-caroteno encontradas na Figura 13 apresentaram-se maiores em relação ao estudo realizado por RAMOS (1991) que, durante a desidratação por ar da cenoura e do espinafre, obteve uma perda de 13% em beta-caroteno.

Segundo SUNGPUAG *et al.* (1999), o branqueamento de vegetais resultou em perdas de 7 a 11% em beta-caroteno, enquanto no tratamento térmico com vapor, a fritura e a fervura dos mesmos mostraram perdas de 15%, 18% e 43% respectivamente.

As perdas em carotenóides por vegetais processados também foram verificadas por MOSHA *et al.* (1997). O autor observou que o processo tradicional de secagem ao sol e estocagem do produto em containers ventilados, diminuiu significativamente ( $p < 0,05$ ) a concentração de carotenóides totais, de beta-carotenos e de alfa-carotenos para todos os vegetais estudados. Por outro lado, durante o branqueamento, as folhas de abóbora obtiveram um aumento significativo no seu teor de carotenóides ( $p < 0,05$ ).

Embora alguns autores recomendem o uso do branqueamento antes da secagem, no presente estudo este pré-tratamento não foi utilizado, pois poderia comprometer a eficiência do binômio tempo versus temperatura durante o processo de secagem, objetivo principal deste trabalho, por mudarem a textura dos alimentos.

É importante salientar também que grande parte dos estudos envolvendo a secagem de legumes ou frutas é voltada ao desenvolvimento de produtos finais para consumo imediato. No entanto, o presente estudo, como citado anteriormente, propõe a secagem da abóbora para utilização como um ingrediente (farinha).

Uma das conseqüências referentes à oxidação e redução de carotenóides pelos alimentos é a mudança em sua coloração. A Tabela 14 e a Figura 14 mostram o escurecimento da polpa de abóbora submetida à secagem convectiva nas temperaturas de 50°C, 55°C e 60°C.

TABELA 14– RESULTADOS OBTIDOS PELA ANÁLISE COLORIMÉTRICA DA POLPA DE ABÓBORA CRUA E DESIDRATADA A DIFERENTES TEMPERATURAS

COLORIMETRIA	CRUA		SECA A 50°C		SECA A 55°C		SECA A 60°C	
	VALORES	SD	VALORES	SD	VALORES	SD	VALORES	SD
Luminosidade (L*)	62,33	0,34	48,08	0,66	48,10	0,83	46,88	0,72
Chroma a*	18,77	0,62	22,98	0,14	22,44	0,563	22,79	0,193
Chroma b*	46,28	0,87	46,33	0,177	43,55	1,04	44,27	0,54

NOTA: \* Valores relativos à média e desvio padrão (SD) das amostras de polpa de abóbora *in natura* e secas a diferentes temperaturas

Os valores de L\* apresentados na Tabela 14, referem-se à luminosidade e podem variar de 0 (preto) a 100 (branco). Os valores de chroma a\* vão do vermelho (+) ao verde (-) e os de chroma b\* variam do amarelo (+) ao azul (-) (CIE, 1986; FERREIRA, 1981).

Para a polpa de abóbora os valores de L\* variaram entre 62,33 (crua) e 46,88 (seca a 60°C), como mostra a Tabela 14, indicando maior tendência ao escurecimento (redução do valor de L\*) quanto maior a temperatura de secagem. Porém, as amostras submetidas às temperaturas de 50°C e 55°C apresentaram valores de L\* muito próximos.

Os valores de chroma  $a^*$  foram maiores para as amostras secas em relação à amostra crua, tendendo à cor vermelha (+). Por outro lado, os valores de chroma  $b^*$  diminuíram para as amostras secas indicando uma tendência à cor azul (-) quando submetidas ao processo de secagem.

A Figura 14 mostra os valores de luminosidade  $L^*$  apresentados pelas abóboras : crua, centrifugada e secas a diferentes condições de secagem convectiva.

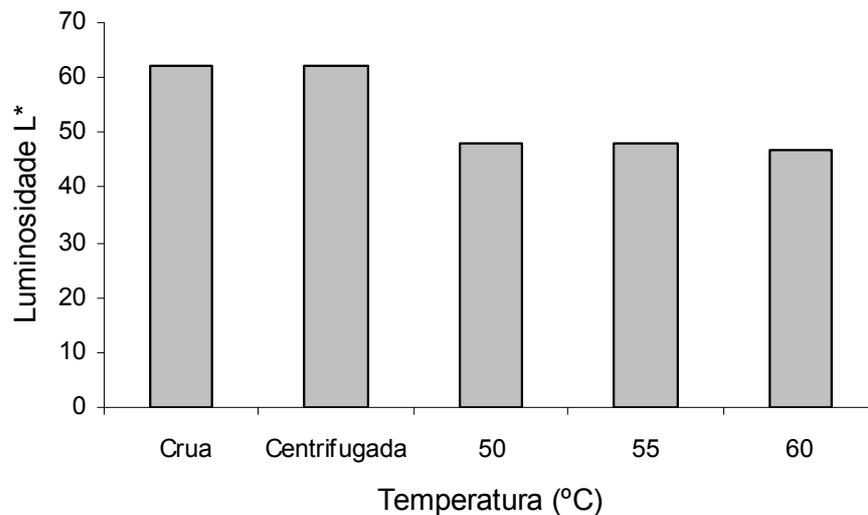


FIGURA 14 – VARIACÃO DA COR (VALOR  $L^*$ ) EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA DE SECAGEM CONVECTIVA DA ABÓBORA

Com base na Figura 14 percebe-se que a variação do valor da luminosidade  $L^*$  obteve um comportamento parecido com o apresentado pelas perdas de beta-caroteno na polpa de abóbora (Figura 13), indicando que a oxidação desse pigmento durante a secagem provocou o escurecimento da amostra com conseqüente redução do valor de  $L^*$ , não havendo diferenças entre as amostras submetidas a 50°C e 55°C. A diferença entre a coloração da abóbora crua ( $L^* = 60,33$ ) e da abóbora centrifugada ( $L^* = 60,00$ ) foi quase imperceptível, como mostra a Figura 14.

ARAÚJO *et al.* (2006) estudaram a conservação de fatias de manga através do processo de secagem em estufa de circulação forçada durante 12 horas. A amostra

seca, com 8% de umidade, também sofreu um escurecimento provocado provavelmente pela redução no teor de caroteno, ou por alterações provocadas pela ativação de enzimas, uma vez que durante o processo de beneficiamento da manga, não houve nenhum tipo de pré-tratamento que viesse a provocar a inativação das mesmas, da mesma forma que no estudo em questão.

Em alguns alimentos, a reação de Maillard pode ser a responsável pelo seu escurecimento durante o processamento. GAMA (2006), em estudo sobre o pinhão, percebeu que o tratamento por cocção (a 100°C) provocou o escurecimento da amostra, enquanto o pinhão tratado por tostagem (a 210°C) resultou em um L\* mais alto, tendendo ao branco, ou seja, apresentou-se translúcido. No primeiro tratamento (cocção), segundo a autora, o escurecimento foi provocado provavelmente pelo desencadeamento da reação de Maillard devido à quebra do amido com o aquecimento e o intumescimento pela atuação da água.

Embora as perdas de beta-caroteno durante a desidratação da polpa da abóbora tenham sido bastante altas (Figura 13), pode-se verificar que seus teores nos produtos finais ainda encontraram-se altos, como mostra a Tabela 15.

TABELA 15 – TEOR DE BETA-CAROTENO ENCONTRADO NA ABÓBORA (*Cucurbita moschata*) SECA A DIFERENTES TEMPERATURAS

PRODUTO FINAL	*BETA-CAROTENO RETIDO (µg / 100g)
Crua	13.250,00
Abóbora seca a 50°C	3.855,75
Abóbora seca a 55°C	3.286,00
Abóbora seca a 60°C	2.835,50

NOTA: \* Valores em base seca.

Com base na Tabelas 15 observa-se que os teores de beta-caroteno retidos na abóbora durante a secagem convectiva, nas temperaturas de 50°C, 55°C e 60°C,

encontram-se ainda acima dos teores (em base seca) dessa pró-vitamina em alguns alimentos *in natura*, como manga (1.444,45µg/ 100g) e mamão (1.166,67µg/ 100g), propostos por USP (1998).

O produto final do estudo, a farinha de abóbora, apresentou-se então como uma boa opção de ingrediente, podendo ser utilizado em produtos de panificação, ou massas frescas e melhorando o valor nutricional do alimento.

## 6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- O binômio tempo versus temperatura apresentou uma maior viabilidade durante a secagem convectiva da abóbora (*Cucurbita moschata*), o produto final resultante desse processo perdeu umidade num espaço de tempo menor.
- A abóbora (*Cucurbita moschata*), *in natura*, apresentou altos teores de fibras alimentares (45,22%) e de beta-caroteno (8.048,8 µg/g), em base seca.
- A retenção de beta-caroteno pela abóbora durante o processo de secagem convectiva nas três temperaturas de processo (50°C, 55°C e 60°C) foi de 29,1%, 24,8% e 21,4% em beta-caroteno respectivamente, em relação à abóbora crua, confirmada pela análise colorimétrica.
- A temperatura de 50°C foi considerada a melhor a ser utilizada na secagem para a obtenção de polpa de abóbora desidratada em estufa convectiva, pois reteve maiores teores de beta-caroteno, em relação às demais temperaturas, podendo ser desidratada em aproximadamente 4,8 horas de processo.
- Apesar da redução nos valores de pró-vitamina A retidos nas abóboras secas, os mesmos ainda encontraram-se altos se comparados a outros alimentos como manga e mamão.

## **7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Com base no trabalho desenvolvido e objetivando auxiliar futuras pesquisas na área de alimentos, seguem algumas sugestões de trabalho:

- Desenvolver produtos com adição da abóbora desidratada e analisar sensorialmente a aceitação dos mesmos;
- Estudar a degradação de carotenóides na abóbora desidratada durante sua vida de prateleira;
- Estudar a perda de nutrientes durante a desidratação da abóbora e de outros legumes por liofilização.

## 8. REFERÊNCIAS

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº354, de 18 de Julho de 1996**. Aprova a Norma Técnica referente à Farinha de Trigo. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public>> Acesso em 10 de agosto de 2004.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução **RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Aprova regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public>> Acesso em 04 de outubro de 2005.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária Resolução. **RDC nº 360, de 23 de Dezembro de 2003**. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Disponível em: < <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=9059&word=> > Acesso em 04 de outubro de 2005.

ANDRADE, E.C.B.; BARROS, A.M.; MAGALHÃES, A.C.P.; CASTRO, L.L.C.; TAKASEI, I. Comparação dos teores de cobre e zinco em leguminosas cruas e após serem processadas termicamente em meio salino e aquoso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** – SCIELO, v.24, n. 3, Campinas, São Paulo, julho/setembro de 2004.

AOAC. Association of Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC International**, Gaithersburg, 17 ed., v. I e II, 2000.

ARAÚJO, M.J.S.; CANTANHEDE, F.B. **Conservação de Manga (Mangifera indica L.) Através do Processo de Secagem**, 2006. Disponível em <[http://www..ufpel.tche.br/sbfruti/anais\\_xvii\\_cbf/poscolheita/162.htm](http://www..ufpel.tche.br/sbfruti/anais_xvii_cbf/poscolheita/162.htm)>. Acesso em 20 de fevereiro de 2006.

ARIMA, H.K. **Composição de Carotenóides de Cucurbitáceas Brasileiras**. Campinas, São Paulo, 1987. Tese de Mestrado em Ciência de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

ARIMA, H.K.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition and vitamin A value of a squash and a pumpkin from Northeastern Brasil. **Arch. Latinoam. Nutr.** n. 40, p.284-292, 1990.

ASSAO, T.Y.; SILVA, D.G.; RIBEIRO, L. C.; DEVINCENZI, M.U.; SIGULEM, D.M. A importância do Ferro na saúde e nutrição do Grupo de materno – infantil. **Revista COMPACTA**, São Paulo: UNIFESP – EPM, v. 5, n. 3, 2004.

BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; VEJA-MERCADO, H. **Dehidratación de Alimentos**. Zaragoza (Espanha): Acribia, 2000, 297 p.

BARBOSA JUNIOR, J.L. **Influência da temperatura e da concentração na desidratação osmótica de abóbora (*Cucurbita máxima*) e cenoura (*Daucus carota L*) utilizando metodologia de superfície de resposta**. Campinas, São Paulo, 2002, 83 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Como fazer experimentos: Pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria**. 2 ed. CAMPINAS, São Paulo: Editora da UNICAMP, 2003.

BARSA, Enciclopédia. **Abóbora**. Rio de Janeiro, São Paulo: Willian Benton. v.1, p.13, 1965.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Varela, 1992, 2 ed., 223 p.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química e processamento de alimentos**. São Paulo: Varela, 1992, 2 ed., 151 p.

BRENNAN, J.G. **Food Dehydration: A Dictionary and Guide**. Oxford: Butterworth – Heineman Ltd., 1994, 189 p.

CARVALHO, P.R.N.; COLLINS, C.A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Comparison of Provitamin A Determination by Normal-phase Gravity-flow Column Chromatography and Resersed Phase High Performance Liquid Chromatography. **Chromatographia**, v.33, p. 133-37, 1992.

CEASA – Centrais de Abastecimento de Curitiba SA. **Volumes Comercializados nas Unidades Atacadistas**, 2005. Disponível em <<http://www.pr.gov.br/ceasa/>>. Acesso em 10 de janeiro de 2006.

CIE – International Comission on Illumination. CIE L\*a\*b\* Color Scale. 15.2 ed., 1986. Disponível em <<http://www.cie.co.at/frameaboutcie.html>> Acesso em 07 de Janeiro de 2006.

COBAYASHI, F. Cálcio: seu papel na nutrição e saúde. **Revista COMPACTA**, São Paulo: UNIFESP – EPM, v. 5, n.2, 2004.

COMBS JUNIOR, G.F. **The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health**. New York: Academic Press, 1992, cap.5, 509 p.

CUNHA D.; CUNHA, S.F.C. **Ciências nutricionais**. São Paulo: Savier, 1998, cap.9.

DAILY VITAMIN CONSUPTION MAY SAVE EYESIGHT. **AORN Journal** 0001-2092 April 2004, v.79, n.1, i4, p.782. Disponível em <<http://www.portaldapesquisa.com.br/databases>>. Acesso em 06 se julho de 2004.

FAVIER, J.C.; RIPERT, J.I.; TOQUE, C.; FEINBERG, M. **Repertório geral dos alimentos: tabelas de composição**. São Paulo: Roca, 1999.

FERREIRA, V.L.P. **Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos**. Campinas: ITAL, 1981. 85 p. (Instruções Técnicas, 19).

FRANCO, G. **Tabela de Composição química dos alimentos**. 8 ed. Rio de Janeiro, São Paulo: Atheneu, 1989.

GAMA, T.M.M.T.B. **Estudo comparativo entre os aspectos físico-químicos do pinhão (*Araucária angustifolia*) nativo e do pinhão proveniente de processos de propagação vegetativa de araucárias e a influência do tratamento térmico na sua composição**. Curitiba, Paraná, 2006, 98 p. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Paraná.

GERMANO, R.M.A. **Disponibilidade de ferro na presença do B-Caroteno e o efeito dos interferentes em combinações de alimentos**. São Paulo, 2002. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

GODOY, H.T. **Mudanças na composição de carotenóides durante processamento térmico e estocagem de manga (*Mangifera indica*) e mamão (*Carica Papaya*)**. Campinas, São Paulo, 1985. Tese de Mestrado em Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

GODOY, H.T. **Estudo de carotenóides e pró-vitamina A em alimentos**. Campinas, São Paulo, 1993. Tese de Doutorado em Ciência de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

GREENSMITH, M. **Practical Dehydration**. England: Woodhead Publishing Limited. 2 ed. 1998, 270 p.

GUISCHEM, J.M.; NAKAGAWA, J.; ZUCARELI, C. Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce BR 400 (BT) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p.220 – 228, 2002.

HARDY, J.; PARMENTIER, M; FANNI, J. **Functionality of nutrients and thermal treatments of food.** Vandoeuvre, France: Nutrition Society, 1999, v.58, p.579 - 585.

JUNQUEIRA, O.M. **O Potássio na Nutrição dos Animais.** Nutrição Animal: Boletins Técnicos, 2004. Disponível em <[http://www.serrana.com.br/n\\_boletins.asp?Tipo=n&id=61](http://www.serrana.com.br/n_boletins.asp?Tipo=n&id=61)> Acesso em: 08 de fevereiro de 2006.

KIM, S.Y; PARK, S.J; CHO, Y.H; PARK, J. Effects of Combined Treatment of High Hydrostatic Pressure and Mild Heat on the Quality of Carrot Juice. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 9, p. 1355 – 1360, 2001.

KIM, S.; PARK, J.B.; HWANG, I.K. Quality attributes of various varieties of Korean Red Pepper Powders (*Capsicum annuum L.*) and Color stability during sunlight exposure. **Journal of Food Science**, v. 67, n. 8, p. 2957-2961, 2002.

MACCARTHY, D. **Concentration and Drying of Foods.** London and New York: Elsevier Applied Science Publishers, 1985, 303 p.

MANTUANO, C. **Propriedades da milagrosa abóbora ou Cucurbita Pepo.** 2004. Disponível em;<<http://www.saborearte.com>> Acesso em : 10 de julho de 2004.

MARTIN, P, **Abóboras**, 2004. Disponível em:<<http://www.nutricaoempauta.com.br/novo/56/nutrigastro.html>> Acesso em: 10 de agosto de 2004.

MOSHA, T.C.; PACE, R.D.; ADEYEYE, S.; LASWAI, H.S.; MTEBE, K. Effect of traditional processing practices carotene and vitamin A activity of selected Tanzanian vegetables. **Plant Foods for Human Nutrition**, 1997, v.50 n.3, p.189-201. Disponível em <<http://kapis.www.wkap.nl/oasis.htm/129769>> Acesso em: 12 de junho de 2005.

MOURA, C.P. **Aplicação de redes neuronais para a predição e otimização do processo de secagem de yacon (*Pilymnia sonchifolia*) com pré-tratamento osmótico.** Curitiba, Paraná, 2004, 98 p. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal do Paraná.

NASCIMENTO, P.; KIMURA, M.; MAURO, M.A. **Efeito do branqueamento e tratamento osmótico no conteúdo total de carotenóides de abóbora desidratada.** Resumo apresentado no 6º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, Campinas, São Paulo, 2005.

NETO, M.A.S.; MAIA, G.A.; LIMA, J.R.; FIGUEIREDO, R.W.; FILHO, M.S.M.S.; LIMA, A.S. Cinética de Desidratação Osmótica de Manga. Ponta Grossa: **UEPG Exact Soil Sci. Agr. Sci. Eng.** v.10 n.2 p.37-44, agosto/2004. Disponível em: <[http://www.uepg.br/propesp/publicatio/exa/2004\\_2/05.pdf](http://www.uepg.br/propesp/publicatio/exa/2004_2/05.pdf)> Acesso em: 10 de dezembro de 2005.

OLIVEIRA, M.G.C.; RINALDI, M.M.; THUNG, M.; BASSINELLO, P.Z. **Efeito de diferentes tratamentos térmicos sobre a composição mineral de farelo de arroz.** Resumo apresentado no 6º Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos, Campinas, São Paulo, 2005.

OLIVEIRA, D.; MARCHINI, S. **Ciências nutricionais.** Savier: São Paulo, 2003, cap. 8, p. 130-139.

PARK, K.J.; YADO, M.K.M.; BROD, F.P.R. Estudo de Secagem de Pêra Bartlett (*Pyrus sp.*) Em Fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** v.21, n.3, Campinas, São Paulo, setembro/dezembro 2001. Disponível em: <[www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612001000300007](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612001000300007)> Acesso em: 11 de fevereiro de 2005.

PEDROSA, J.F. **Caracterização Agronômica e Qualitativa de Plantas e Frutos de Introduções e Híbridos de *Cucúrbita máxima*, *Duschesne* e *Cucúrbita moschata*, *Duschene*.** Viçosa, Minas Gerais, 1981. Tese de Doutorado em Fitotecnia – Universidade Federal de Viçosa.

PINEDO, A.A. **Secagem à vácuo de cenoura (*Daucus carota*) e abóbora (*Cucurbita máxima*): Estudo das Características do Processo.** Campinas, São Paulo, 2003, 83. Tese de Doutorado em Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

RAMOS, D.M.R. **Avaliação das perdas de carotenóides e valor de vitamina A durante a desidratação e a liofilização industrial da cenoura e espinafre.** Campinas, São Paulo, 1991. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos – Universidade Estadual de Campinas.

ROBINSON, R.W. **Cucurbits.** British Library: London. 1997, 217 p.

ROCHE. **Vitamina A.** Disponível em <<http://www.roche.pt/vitaminas/vitamina/a.cfm>> Acesso em: 02 de outubro de 2005.

ROCKLAND, L.B.; BEUCHAT, L.R. **Water Activity: Theory and Applications to Food.** Chicago, Illinois: Institute of Food Technologists, 1987, 403 p.

RODRIGUES, M.I. **Curso de extensão planejamento experimental e otimização de processos**. Faculdade de Engenharia de Alimentos – FEA, Campinas – São Paulo, 2005.

SALES, A.M; SCARBIERI, V.C.; OLIVEIRA, J.S de; FILHO, A.N. **Efeito do processamento térmico sobre o valor nutritivo dos alimentos**, 1983, 401p.

SALINAS, R.D. **Alimentos e Nutrição. Introdução à Bromatologia**. 3 ed. : Campinas: Arimed, 2002.

SEAB - **Evolução da Produção de Hortaliças no Paraná, 2005**. Disponível em <<http://www.pr.gov.br/seab/deral/hrtpr.xls>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2006.

SOUSA, H.M.; MAIA,G.A.; FILHO, M.S.M.; FIGUEIREDO, R.W.; NASSU, R.T.; NETO, M.A.S. Influência da concentração e da proporção fruto:xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, dezembro/2003, p.126-130. Disponível em <<http://www.scielo.br/cgi-bin/wxis.exe/iah/>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2006.

STATISTICA MODULE SWICTHER 5.0, Stat Soft, 1996.

STELLA, R. **A importância dos sais minerais para o organismo**. Disponível em <[http://www1.uol.com.br/cyberdiet/colunas/030725\\_nut\\_saisminerais.htm](http://www1.uol.com.br/cyberdiet/colunas/030725_nut_saisminerais.htm)>. Acesso em 02 de outubro de 2005.

SUNGPUAG, P.; TANGCHITPIANVIT, S.; CHITTCHANG, U.; WASANTWISUT, E. Retinol and beta carotene content of indigenous raw and home-prepared foods in Northeast Thailand. **Food Chemistry**, 1999, v.64 n.2, p. 163-167.

TACO - **Tabela brasileira de composição de alimentos** / NEPA -UNICAMP. – Campinas: NEPA-UNICAMP, 2004,42p.

TRAVAGLINI, D.A. **Curso de alimentos desidratados**. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo– ITAL, 1981.

TROYAN, Z.A.; RUSANOVA, L.A.; YURCHENDO, N.V. **Solnechnyi doctor natural fruit vegetable drinks**. Pishchevaya-Promyshlennost. 2001, n.2, 49p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental/BRASILFOODS (1998). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos - USP**. Versão 4.1. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tabela>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2005.

USDA. **National Nutrient Database for Standard Reference**, Release 18, 2005. Disponível em: < [http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list\\_nut\\_edit.pl](http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl)>. Acesso em 13 de Dezembro de 2005.

VALENTE, R.A. **Alimentos e seus Valores: Cuidados nutricionais cardiovasculares**. Lincx – Serviços de Saúde, 2006. Disponível em <[http://www.lincx.com.br/lincx/saude\\_a\\_z/alimentos/cuidados\\_nutricionais.asp](http://www.lincx.com.br/lincx/saude_a_z/alimentos/cuidados_nutricionais.asp)> Acesso em 08 de fevereiro de 2006.

YOUSIF, A.N.; DURANCE, T.D.; SCAMAN, C.H.; GIRARD, B. Headspace volatiles and physical characteristics of vacuum-microwave, air, and freeze-dried oregano (*Lippia berlandieri schauer*). **Journal of Food Science**, v. 65, n.6, p-926-929, 2000.

ZAHAR, M.; SMITH, D.E. Vitamin A quantification in fluid dairy products: rapid method for vitamin A extraction for HPLC. **Journal Dairy Science**, v.73, n.12, p.3402-3407, 1990.

