

UNIVERSIDADE TÉCNOLOGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MARIA GABRIELA DOS SANTOS

**INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA NO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO
OSMÓTICA DE ABÓBORA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2019

MARIA GABRIELA DOS SANTOS

**INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA NO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO
OSMÓTICA DE ABÓBORA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia de Alimentos, do Departamento Acadêmico de Alimentos – DALIM – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – campus Campo Mourão, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Bogdan Demczuk Junior.

CAMPO MOURÃO

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

Influência da geometria no processo de desidratação osmótica de abóbora

por

Maria Gabriela dos Santos

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado no dia 26 de junho de 2019 como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Bogdan Demczuk Junior

Fabio Henrique Polisel Scapel

Maysa Ariane Formigoni

Nota: O documento original e assinado pela banca examinadora encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos da UTFPR campus Campo Mourão.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus, pois se não fosse pela sua graça não estaria terminando este curso ou muito menos começado.

Agradeço imensamente aos meus pais de sangue Carlos e Eliane e os de coração Domingos e Leonora que trabalharam duro, e me deram todo apoio necessário para que esse sonho fosse possível.

Aos meus familiares especialmente aos meus avós Adão e Alvina, minha tia Cristina, primas Bruna e Daiane e tios Edinho e Joel.

Não poderia deixar de citar os meus queridos amigos que mesmo de longe me acompanharam nessa jornada Caroline, Ana Flavia, Maria Eduarda, Ana Beatriz, Tuani, Cauê, Jessica, Vítor e Ruan.

As primeiras pessoas que me acolheram em Campo Mourão Gabrielly, Mariana, Thaynara e Bruna. Aos amigos que construí ao longo da faculdade e adquiri muitas experiências e muito aprendizado Isabela, Julia, Barbara, Thais, Wesley, Milena, Guilherme, Luna, Matheus, Douglas, João Victor e Paulo. As minhas vizinhas Larissa, Lais, Estefânia, Lara e Julia. E também a Flavia minha parceira de apartamento.

Ao meu orientador Prof. Dr. Bogdan por quem tenho muita admiração, por ter me dado todo apoio e suporte quando necessário, não apenas na vida acadêmica, mas também na vida particular. A minha banca, Prof. Dr. Fabio e Profa. Mestre. Maysa, professores os quais tenho um apreço imenso.

Por fim e não menos importantes aos meus queridos professores, que durante toda a graduação deram o seu melhor para que eu pudesse entrar no mercado de trabalho com uma boa base. E todos aqueles que passaram pela minha vida nesse período e fizeram historias indiferentemente se foram boas, ou ruins.

RESUMO

SANTOS, M. G. **Influência da geometria no processo de desidratação osmótica de abóbora**. 2019. 32f. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

A desidratação osmótica vem sendo utilizada como técnica de pré-tratamento para secagem por convecção com a intenção de fornecer ao consumidor um produto mais atrativo e com menores perdas causadas pelo calor. Alguns parâmetros influenciam na transferência de massa que ocorre durante a desidratação osmótica atingindo diretamente outros parâmetros como a perda de água, ganho de sólidos e perda de peso obtendo-se a partir destes um coeficiente de desempenho. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da geometria no processo de desidratação osmótica de abóbora. Foram comparados dois tratamentos, considerando o corte da abóbora em fatias e em cubos. A desidratação osmótica ocorreu em incubadora a 30 °C com agitação de 35 rpm, por 3 horas, utilizando uma solução de cloreto de sódio (20%) e relação amostra: solução de 1:10 (m/m). Durante o tempo de processo, as amostras eram retiradas e os parâmetros de perda de peso, ganho de sólidos, perda de água e coeficiente de desempenho foram obtidos gravimetricamente. Constatou-se que para a perda de água e de peso, as maiores perdas encontradas foram nas amostras de fatias com 59% e 53% respectivamente. Já para o ganho de sólidos, os cubos apresentaram menor perda de água e peso, e mostraram também um menor ganho de sólidos (6%). Com relação ao coeficiente de desempenho, as fatias alcançaram o desempenho máximo em um menor período de processo, apesar do maior coeficiente (14,39) ser verificado para as abóboras em cubo.

Palavras-chave: Desidratação osmótica; geometria; perda de peso; perda de água; ganho de sólidos; coeficiente de desempenho; abóbora.

ABSTRACT

SANTOS, M. G. **Influence of geometry in the process of osmotic dehydration of pumpkin.** 2019. 32l. Trabalho de Conclusão de Curso. (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.

Osmotic dehydration has been used as a pre-treatment technique for convection drying with the intention of providing the consumer with a more attractive product with less heat loss. Some parameters influence the mass transfer that occurs during osmotic dehydration, directly reaching other parameters such as water loss, solids gain and weight loss, obtaining from them a performance coefficient. Thus, the present study aimed to evaluate the influence of geometry on the process of osmotic pumpkin dehydration. Two treatments were compared, considering the cut of the pumpkin into slices and cubes. Osmotic dehydration occurred in an incubator at 30 °C with agitation of 35 rpm for 3 hours, using a sodium chloride solution (20%) and sample ratio: 1:10 solution (m/m). During the process time, the samples were taken and the parameters of weight loss, solids gain, water loss and coefficient of performance were obtained gravimetrically. It was found that for water and weight loss, the largest losses were found in slice samples with 59% and 53%, respectively. For the solids gain, the cubes presented lower water and weight loss, and also showed a lower solids gain (6%). Regarding the coefficient of performance, the slices reached the maximum performance in a shorter process period, although the highest coefficient (14.39) was verified for the pumpkins in cubes.

Key-words: Osmotic dehydration; geometry; water loss; weight loss; solid gain; coefficient of performance; pumpkin.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo geral	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 Abóbora.....	12
3.2 Desidratação Osmótica	13
3.3 Agente Osmótico.....	14
3.4 Concentração da solução	15
3.5 Temperatura.....	15
3.6 Tempo de processo da desidratação osmótica.....	15
3.7 Agitação.....	15
3.8 Geometria do material.....	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
4.1 Materiais	17
4.2 Métodos	17
4.2.1 Umidade.....	17
4.2.2 Solução osmótica	18
4.2.3 Desidratação osmótica.....	18
4.2.4 Parâmetros.....	19
4.2.5 Análise estatística.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
5.1 Transferência de massa durante o processo.....	21
5.1.1 Perda de peso.....	21
5.1.2 Perda de água.....	22
5.1.3 Ganho de sólidos.....	23
5.1.4 Coeficiente de desempenho	24
6 CONCLUSÃO	26
7 REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Abóbora Moranga.....	12
Figura 2 – Transporte de massa durante a desidratação osmótica de alimentos.....	14
Figura 3 – Geometrias utilizadas (fatias e cubos).....	17
Figura 4 – Incubadora com agitação utilizada no processo de desidratação osmótica.....	18
Figura 5 - Amostras de abóbora em cubos (esquerda) e fatias (direita) após a desidratação osmótica	19
Figura 6 – Perda de peso em função do tempo de desidratação osmótica de abóbora em cubos e fatias.	22
Figura 7- Perda de água em função do tempo de desidratação osmótica de abóbora em cubos e fatias	23
Figura 8 - Ganho de sólidos em função do tempo de desidratação osmótica de abóbora em cubos e fatias.	24
Figura 9 - Coeficiente de desempenho da desidratação osmótica em função do tempo de processo para abóbora em cubos e fatias.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Composição centesimal da abóbora <i>in natura</i>	13
--	----

1 INTRODUÇÃO

Os produtos de origem vegetal são produzidos em grande escala no Brasil, porém estima-se que, entre a colheita e a chegada à mesa do consumidor ocorram muitas perdas, tanto em aspectos quantitativos quanto qualitativos. Dados indicam que de 30 a 40% não chegam ao destino desejado. Para contribuir com a diminuição do desperdício de vegetais *in natura*, podem ser utilizadas técnicas complementares às etapas de processamento de alimentos (EGEA; LOBATO, 2014).

Entre essas técnicas, uma das mais utilizadas é a desidratação osmótica, uma prática considerada importante no desenvolvimento de novos produtos com valor agregado e manutenção de propriedades funcionais e tecnológicas. A desidratação por osmose consiste na imersão do alimento sólido, inteiro ou em pedaços, em soluções aquosas concentradas de sais ou açúcares. São formados dois fluxos simultâneos de massa: fluxo de água do alimento para a solução devido a diferença na pressão osmótica e transferência de soluto da solução para o alimento (PORCIUNCULA, 2010).

A desidratação osmótica pode ser usada como pré-tratamento da secagem convectiva, com a vantagem de fornecer ao consumidor um produto mais atrativo, com menores danos causados pelo calor à cor, sabor e textura do alimento, quando comparada com produtos resultantes apenas da secagem convectiva (AGUIRRE; GASPARINO FILHO, 2001). A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) recomenda esse processo para agregar valores e estender a vida útil de vegetais e frutas desidratados (CELESTINO, 2009).

Segundo Fontes et al. (2012), a concentração do soluto, tempo de imersão, temperatura e composição química do alimento, são parâmetros que influenciam no fluxo de massa criado pela pressão osmótica. Ao aumentar a concentração da solução há uma perda maior na massa do fruto, que é resultado do aumento da perda de água. Já a elevação da taxa de sólidos é resultado do tempo de imersão (LIMA et al., 2004). Yadav e Singh (2014) explicam que para ter um alto grau de desidratação e um ganho relativamente pequeno de sólidos é necessário que o processo de desidratação seja realizado em um curto espaço de tempo.

Entre os agentes desidratantes utilizados em soluções osmóticas, o cloreto de sódio (NaCl) é comumente empregado para vegetais devido a melhora ou manutenção do sabor do produto processado. Em contrapartida, o seu uso pode ser limitado pela incorporação excessiva de soluto (TONON, 2006).

Entre a extensa variedade de matérias-primas vegetais que além de secos por convecção de ar quente e que podem ser desidratados também por osmose, estão as abóboras (*Curcubita moschata*). Os parâmetros do processo de desidratação que representam a eficiência são a perda de água, o ganho de sólidos e a perda de peso (ANGELINI, 2002). Os frutos são cultivados geralmente em pequenas áreas rurais ou em cultivos comerciais. Pode ser usado na alimentação animal, devido a produtividade das plantas e à durabilidade dos frutos. O uso na alimentação humana inclui o preparo de doces, pratos salgados, ensopados ou cozidos (BARBIERI et al., 2006; HEIDEN et al., 2007).

A aplicação industrial da abóbora no Brasil ainda tem pouca atenção, porém em outros países há uma grande variedade de produtos industrializados, não só no ramo alimentício (cervejas, biscoitos, pastas, sorvetes e até cosméticos). A abóbora em sua forma desidratada pode ser conservada por mais tempo e utilizada como enriquecedora de alimentos, como aditivo em panificação, ração animal e biscoitos integrais.

Diante deste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar a desidratação osmótica de abóbora, avaliando a influência dos parâmetros do processo nas características do produto.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência da geometria do corte no processo desidratação osmótica de abóboras.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar a influência do corte em cubos ou fatias (a) na perda de peso, (b) na perda de água, (c) no ganho de sólidos e (d) no coeficiente de desempenho do processo de desidratação osmótica de abóbora com solução salina.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Abóbora

As hortaliças *in natura* possuem uma vida de prateleira relativamente curta, que abrange o período de tempo entre a produção e o consumo de um produto alimentício, e caracteriza-se pelo nível satisfatório de qualidade. Após a industrialização, a vida de prateleira dos produtos aumenta em virtude dos métodos de conservação aplicados com o objetivo de aproveitar melhor seu estado natural (PEREIRA *et al.*, 2004)

A abóbora (Figura 1) é um vegetal de origem da região central do México. Sua espécie pertence à família das *Curcubitaceae* e ao gênero *curcubita*. Apresentam formatos e tamanhos distintos e pode ser colhida em estados de maturação diferentes (SASAKI *et al.*, 2006). No Brasil, os maiores produtores de curcubitáceas estão localizados no Nordeste, a maioria no Vale do rio São Francisco (UFRGS, 2007). E seu período de safra varia desde outubro até julho (COPERCAMPOS, 2019).

Figura1. Abóbora moranga



Fonte: Pinhel, (2018).

Por conter poucas calorias (aproximadamente 40 calorias em 100 g), a abóbora é considerada uma hortaliça de baixo poder calórico. Elas possuem uma quantidade baixa de sólidos na sua composição, cerca de 7 a 10%, onde, aproximadamente 1,3% são fibras. Também é conhecida como uma alta fonte de vitaminas do complexo B e sais minerais como potássio, sódio, ferro, enxofre e fosforo.

Sua cor laranja indica presença de alfa caroteno e beta caroteno, antioxidantes e precursores de vitamina A no corpo humano (LUENGO et al., 2000). A Tabela 1 apresenta a composição centesimal da abóbora.

Tabela1. Composição centesimal da abóbora *in natura*.

<u>Parâmetro</u>	<u>Porcentagem</u>
Umidade	93,39
Proteínas	1,27
Lipídeos	0,2
Carboidratos totais	4,66
Cinzas	0,48

Fonte: Mendes et al., (1995).

3.2 Desidratação Osmótica

A desidratação osmótica (DO) consiste em remover a umidade do alimento sem que aconteça uma mudança de fase da água por meio de um processo de transferência de massa. Para isso, o alimento inteiro ou fatiado é imerso em uma solução hipertônica de sal, açúcar ou outra que possua uma pressão osmótica que proporciona o fluxo de água do alimento para a solução, a transferência de soluto da solução para o alimento e uma pequena transferência de solutos do alimento para a solução (SILVA, 2009).

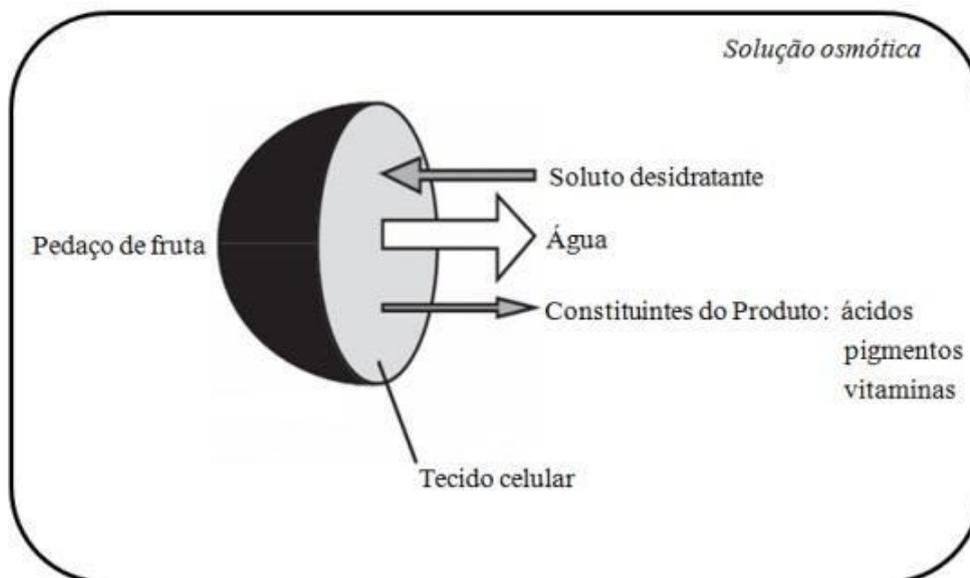
O que diferencia a desidratação osmótica de outros processos de desidratação é a sua característica de penetração de solutos no alimento. Com isso, a formulação do alimento é diversificada, com um estresse térmico mínimo e baixo custo de processo (TORREGGIANI; BERTOLO, 2001).

O grau de remoção de água de um material e as modificações na sua composição química dependem do tipo de meio osmótico utilizado, tipo e tamanho da matéria-prima, da proporção entre o material e a solução osmótica, do tempo de desidratação, da temperatura e do tipo de equipamento utilizado (KOWALSKA; LENART, 2001).

O fenômeno de osmose é dado pelo movimento molecular de componentes de uma solução a partir de uma membrana semipermeável para outra solução com uma menor concentração dos mesmos. Os fluxos encontrados neste fenômeno são da água para solução, de soluto da solução para o alimento e constituintes naturais do

alimento para a solução, conforme demonstrado na Figura 2 (BARBOSA JUNIOR, 2002).

Figura 2. Transporte de massa durante a desidratação osmótica de alimentos.



Fonte: Carvalho, (2011).

Geralmente, o fluxo desejado na desidratação osmótica é o de água, pois quanto maior a remoção de umidade, menor será a atividade de água do produto e conseqüentemente maior sua estabilidade. O ganho de sólidos também proporciona uma diminuição da atividade de água e conseqüentemente uma estabilidade microbiológica, inibindo a ação de determinados microrganismos (BARBOSA JUNIOR, 2009).

A desidratação osmótica, quando comparada a processos tradicionais, possui diversas vantagens como uma maior inibição no escurecimento enzimático, melhor retenção da cor natural e baixo consumo de energia (YADAV; SINGH, 2014).

3.3 Agente Osmótico

Para ser escolhido como agente osmótico, o soluto deve ser atóxico, solúvel e barato, com a finalidade de obter-se soluções altamente concentradas. São vários os agentes osmóticos usados, como lactose, maltodextrinas, etanol, glicerina entre outros. Porém, os mais utilizados são a sacarose em frutas e o cloreto de sódio em vegetais e hortaliças. O cloreto de sódio tem sido apontado como um excelente agente desidratante. Para vegetais, seu uso é interessante na desidratação, porém para

frutas é limitado devido aos efeitos adversos sobre aceitabilidade organoléptica dos produtos (BARBOSA JUNIOR, 2002).

3.4 Concentração da solução

A concentração da solução desidratante influencia diretamente na taxa de remoção da água na desidratação. Em um experimento feito por Mayor et al. (2007), com abóboras, usando distintas concentrações de solução de NaCl, obteve-se melhor resultado com concentração de 20%.

3.5 Temperatura

A temperatura da desidratação osmótica é um fator de grande influência na cinética, bem como na qualidade do produto final. Uma temperatura elevada acarreta em uma maior remoção de água, maior ganho de sólidos e menor o tempo de processo. Porém Barbosa Junior (2002), afirma que para cada produto há um limite máximo de temperatura, onde começam a ocorrer o escurecimento não enzimático, o amolecimento do vegetal e a deterioração do sabor.

Segundo Escriche et al. (2000), a perda de compostos voláteis e outras reações diminuem ao trabalhar com temperaturas inferiores que 45 °C.

3.6 Tempo de processo da desidratação osmótica

Segundo Araujo (2005), a maior perda de água ocorre durante as primeiras duas horas de processo e o ganho de sólidos nos primeiros trinta minutos, sendo que depois desse período a transferência de massa torna-se cada vez mais lenta. Desta forma, o processo de desidratação deve ser realizado no menor espaço de tempo possível, para que se obtenha um maior grau de desidratação e um pequeno ganho de sólidos.

3.7 Agitação

A agitação é um dos fatores que desempenha papel importante, por tornar o processo mais rápido (BARBOSA JUNIOR, 2002). E segundo Araujo (2005), uma diferença de concentração que favorece a remoção de água e em menor grau a incorporação de sólidos e evitando assim a formação de camada de solução desidratante ao redor do material que torna mais lenta a saída de água.

3.8 Geometria do material

Giangiacomo et al. (1987), mencionaram que a dimensão e o formato do material têm influência sobre o processo de desidratação, sendo que, quanto maior a relação superfície de contato/volume, maior será a taxa de desidratação, sem aumentar significativamente o ganho de sólidos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

As abóboras foram adquiridas no mercado local de Campo Mourão (PR), lavadas, descascadas manualmente e cortadas, de acordo com os dois tratamentos definidos: cubos, utilizando cortador de legumes na dimensão de 1,1 cm de aresta; e fatias, obtidas com uso de fatiador doméstico, na espessura de 0,1 cm.

Figura 3. Geometrias utilizadas (fatias e cubos).



4.2 Métodos

4.2.1 Umidade

O teor de umidade das amostras de abóbora foi determinado em triplicata conforme a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), que consiste na pesagem da abóbora em cadinho de massa conhecida e secagem em estufa a 105 °C por 24 horas. Em seguida, os cadinhos foram resfriados e pesados para obtenção das massas da matéria seca restante, indicando a quantidade de umidade que a amostra perde. O cálculo que expressa o resultado da umidade foi realizado a partir da Equação 1.

$$U = \frac{100 \times N}{P} \quad \text{Equação 1}$$

Onde U é a umidade da amostra (em %), N é o número de gramas de umidade (perda de massa, em g) e P é a massa da amostra (g).

4.2.2 Solução osmótica

A solução osmótica e o preparo das amostras procederam-se segundo a metodologia descrita por Mayor et al (2007) com adaptações. Deste modo para a desidratação osmótica foi preparada uma solução com água destilada e cloreto de sódio na concentração de 20% (m/m). As fatias ou cubos das amostras foram imersas na solução salina obedecendo a proporção em massa de 10:1 (solução: abóbora).

4.2.3 Desidratação osmótica

Os recipientes contendo a solução osmótica e as amostras (em triplicata) em cestos de rede de nylon permaneceram na incubadora *Shaker* (Tecnal) com controle de temperatura (30 °C) e agitação de 35 rpm por 3 horas (Figura 4).

Figura 4. Incubadora com agitação utilizada para o processo de desidratação osmótica.



Durante este tempo, os sacos compostos por rede de nylon contendo as amostras foram retirados da solução, as amostras enxaguadas em água destilada e o excesso de água foi superficialmente removido com auxílio de papel absorvente (Figura 5). As retiradas para pesagem ocorreram a cada 15 minutos até a primeira hora de processo e em seguida a cada intervalo de 30 minutos, até o tempo final.

Figura 5. Amostras de abóbora em cubos (esquerda) e fatias (direita) após a desidratação osmótica



4.2.4 Parâmetros

A desidratação foi estudada a partir dos parâmetros: perda de água (PA), perda de peso (PP), ganho de sólidos (GS) e coeficiente de desempenho (CD) expressos em porcentagem e calculados a partir das equações 2, 3, 4 e 5 respectivamente, conforme Hawkes e Flink (1978) e Tonon (2005).

$$PP\% = (1 - (mf/mi)) 100 \quad \text{Equação 2}$$

$$PA\% = 100 (U_i \cdot mi - U_f \cdot mf) / mi \quad \text{Equação 3}$$

$$GS\% = 100 (ST_f \cdot mf - ST_i \cdot mi) / mi \quad \text{Equação 4}$$

$$CD = (PA/GS) \quad \text{Equação 5}$$

Onde: PP (%) = perda porcentual de peso das fatias; PA (%) = perda porcentual de água com base na massa inicial de fatias; GS (%) = ganho de sólidos com base na massa inicial de fatias; mi = massa inicial de fatias; mf = massa final em determinado tempo de processo; ui = umidade inicial das fatias; uf = umidade final das fatias; STi = porcentual inicial de sólidos totais das fatias; STf = porcentual final de sólidos totais das fatias em determinado tempo de processo; CD = coeficiente de desempenho (adimensional); PA = perda porcentual de água com base na massa inicial de fatias; GS = ganho de sólidos com base na massa inicial de fatias.

4.2.5 Análise estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com significância de 5% de probabilidade utilizando o software Statistica 7.0 (VIEIRA, 2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A abóbora antes da desidratação osmótica apresentou uma umidade inicial de 92%, resultado coerente com o encontrado por Silva (2009).

Após os processos de desidratação, verificou-se que as fatias e os cubos apresentaram um teor final de umidade de 78-70% respectivamente, e a diferença foi estatisticamente significativa através da comparação das médias pelo Teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados semelhantes aos encontrados por Borin et al., (2008) em um trabalho sobre efeito do pré-tratamento osmótico com sacarose e cloreto de sódio sobre a secagem convectiva de abóbora. Visto que a desidratação osmótica é usada como pré-tratamento e utilizando dados de Borin et al. (2008), para que abóbora possa ser considerada seca faltaria ainda uma redução de aproximadamente 65%, portanto a secagem convectiva aconteceria em um menor tempo com amostras desidratadas em relação a amostras não desidratadas.

Ao comparar os resultados de teores de umidade ao final do processo de desidratação osmótica, pode-se concluir que quando comparadas as duas geometrias, as fatias tiveram uma maior redução na umidade após o tratamento de desidratação de 22%, enquanto que para as amostras cortadas em cubos a redução foi de 14%. Os resultados também foram diferentes estatisticamente ao nível de 5% através do Teste de Tukey.

Com base em dados de literatura, foi estabelecido um tempo de 3 horas para o processo de desidratação osmótica, já que os autores justificam que em períodos superiores a esse as transferências que ocorrem no processo tendem a ser constantes (MAYOR et al., 2007). A temperatura usada de $30\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ foi escolhida em base a adaptação de experimentos realizados para abóboras (BARBOSA JUNIOR, 2002).

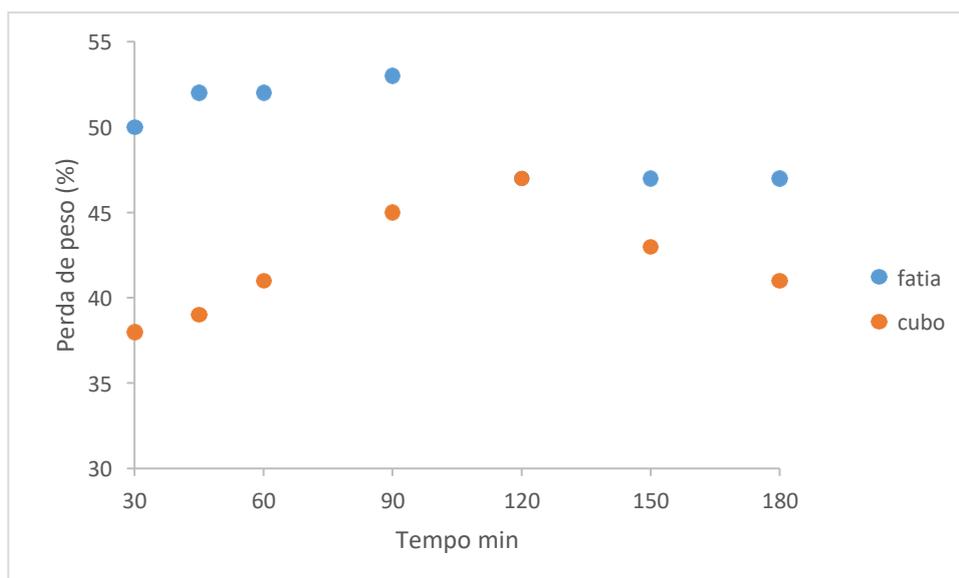
5.1 Transferência de massa durante o processo

5.1.1 Perda de peso

A Figura 6 representa a relação da perda de peso em função do tempo variando a geometria de cubos e fatias. Através dela, foi possível realizar a análise de qual geometria apresentou uma maior perda de peso. Verificou-se que as fatias

alcançaram um máximo de 53% de perda de peso e os cubos 47%. As duas geometrias estudadas tiveram um comportamento similar. Ao atingir um máximo de perda de peso entre os 90 e 120 minutos, houve uma tendência a diminuição até atingirem uma faixa constante. Porém, os tempos de máxima perda de peso são diferentes. No caso das fatias, o processo atingiu os maiores valores aos 90 minutos e os cubos em 120 minutos. Ou seja, verificou-se que os cubos demoram mais que as fatias para atingirem uma máxima perda de peso. Através da análise estatística, verificou-se que os valores entre os tratamentos apresentaram diferença significativa (ao nível de 5% pelo Teste de Tukey) até os 90 minutos de processo.

Figura 6. Perda de peso em função do tempo de desidratação osmótica de abóbora em cubos e fatias.

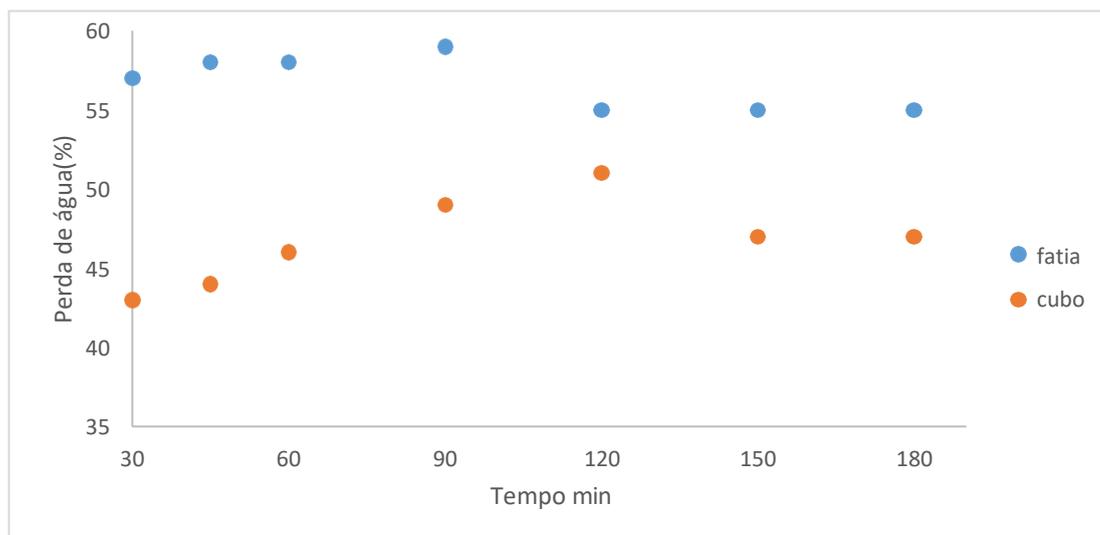


5.1.2 Perda de água

Ao analisar o comportamento do gráfico apresentado na Figura 7, pode-se encontrar semelhança ao comportamento verificado por Barbosa Junior (2002). Quando o processo atingiu um ponto máximo de perda de água, apresentou em seguida uma redução, antes de ficar constante. A geometria que obteve maior perda de água foi a fatia, com 59% em 90 minutos e o cubo apresentou 51% aos 120 minutos. O comportamento pode ter sido atribuído devido a ação do cloreto de sódio nas membranas celulares da abóbora (BARBOSA JUNIOR, 2002).

Da mesma forma que para a perda de peso, verificou-se que os valores entre os tratamentos apresentaram diferença significativa (ao nível de 5% pelo Teste de Tukey) até os 90 minutos de processo.

Figura 7. Perda de água em função do tempo de desidratação osmótica de abóbora em cubos e fatias



5.1.3 Ganho de sólidos

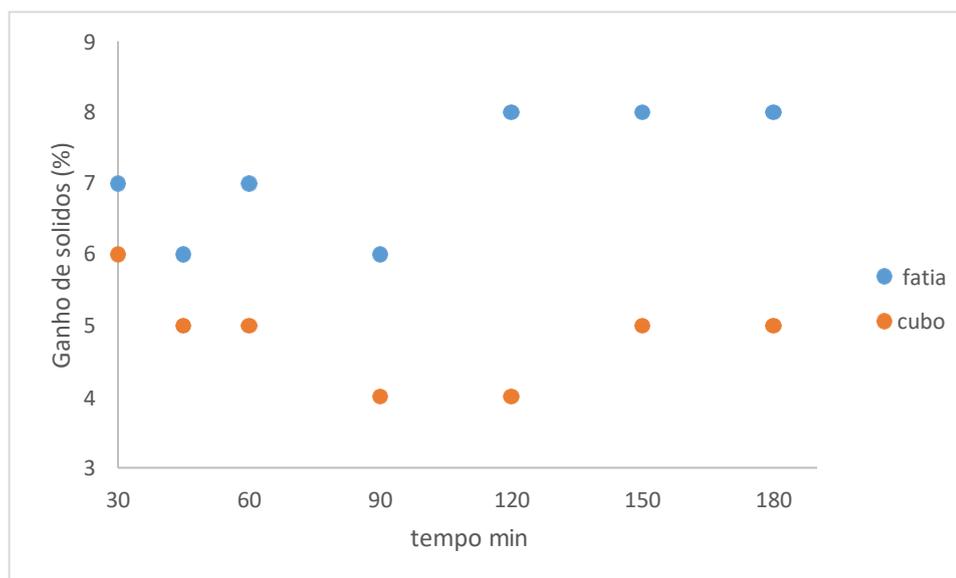
Ao analisar o comportamento para a incorporação de sólidos nas amostras através da Figura 8, observou-se que durante o procedimento houveram oscilações. No tempo de 120 minutos obteve-se o maior valor de ganho de sólidos para as fatias. Para os cubos, o maior ganho de sólidos se encontrou no tempo de 90 minutos.

Os valores encontrados no experimento para as fatias variam de 6 a 8% enquanto que os cubos variam de 4 a 6%. Barbosa Junior, (2002) em um estudos de fatias de abóboras encontrou valores semelhantes ao experimento com uma variação maior de 2 a 7%. Já Mayor *et al.* (2007) encontrou para abóboras cortadas em formato cilíndrico uma variação de 5 a 11%.

Contudo, as fatias apresentam maior ganho de sólidos quando comparada com os cubos, e isso pode estar relacionado com a sua maior perda de peso e de

água, justamente por conta da sua maior área de contato. A partir dos 90 minutos de processo, verificou-se que os valores de ganho de sólidos das fatias apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparado com a abóbora em cubos.

Figura 8. Ganho de sólidos em função do tempo de desidratação osmótica de abóbora em cubos e fatias

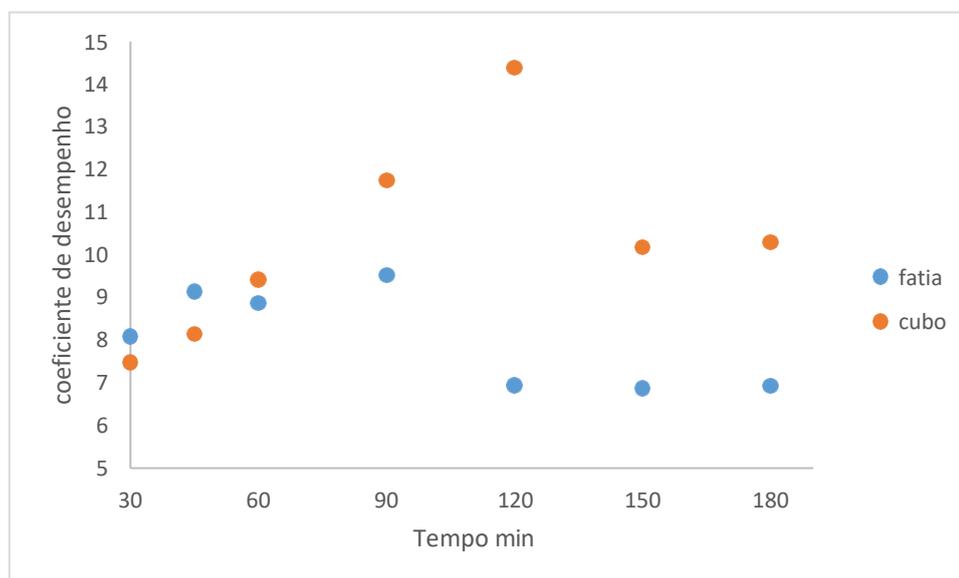


5.1.4 Coeficiente de desempenho

A figura9 abaixo representa o coeficiente de desempenho da desidratação osmótica das abóboras em função do tempo e variando a geometria, pode-se dizer que o processo obteve um melhor desempenho no tempo de 120 minutos para os cubos e 90 minutos para as fatias. Isso mostra que as fatias alcançaram o desempenho máximo em um tempo menor do que os cubos, apesar dos cubos apresentarem um valor maior de desempenho ao final do experimento.

Este comportamento pode ser explicado pelo fato das fatias apresentarem uma maior superfície de contato com a solução osmótica, justificando maiores perdas de água, perda de peso e ganho de sólidos, principalmente nos primeiros 90 minutos de desidratação (Giangiacomo et al.,1987).

Figura 9. Coeficiente de desempenho da desidratação osmótica em função do tempo de processo para abóbora em cubos e fatias.



6 CONCLUSÃO

A desidratação osmótica vem sendo usada com a intenção de fornecer ao consumidor um produto mais atrativo, com menores danos causados pelo calor à cor, sabor e textura do alimento. O que diferencia a desidratação osmótica de outros processos de desidratação é a característica de penetração de solutos no alimento. Com isso, a formulação do alimento é modificada, com um estresse térmico mínimo e baixo custo de processo, o que faz com que ela seja opção de pré-tratamento para secagem convectiva.

Os resultados encontrados foram satisfatórios, pois conseguiu-se verificar as diferenças entre as geometrias ao longo do processo de desidratação osmótica de abóbora a partir da análise dos parâmetros de perda de peso, perda de água, ganho de sólidos e coeficiente de desempenho.

Verificou-se que para a perda de peso e perda de água, as amostras com geometria de fatias apresentaram maiores resultados em relação as abóboras em cubos. Já no ganho de sólidos, as amostras em cubos apresentaram resultados menores de incorporação, o que é considerado por diversos autores como uma característica desejável ao final do processo. O coeficiente de desempenho, que expressa a relação entre perda de água e o ganho de sólidos é considerado satisfatório quando apresentar valores superiores, pois representa uma maior desidratação, com menor incorporação de sólidos. Com isso, verificou-se que, apesar das fatias apresentarem maiores perdas de água e perda de peso, foi a menor incorporação de sólidos nos cubos que refletiu em um melhor coeficiente de desempenho desta geometria no processo de desidratação osmótica de abóbora.

7 REFERÊNCIAS

AGUIRRE, J. M.; GASPARINO FILHO, J. **Desidratação de frutas e hortaliças: manual técnico**. Campinas: Instituto Tecnológico de Alimentos - ITAL, 2001.

ANGELINI, R. Desidratação osmótica de kiwi (*Actinidia deliciosa* L.) estudo da reutilização da solução osmótica. **Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)** Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

ARAUJO, Eder Augusto Furtado. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de nectarina (*Prunus persica*)**. 2005. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G.; NEITZKE, R. S.; GARRASTAZÚ, M. C.; SCHWENGBER J. E. **Banco ativo de germoplasma de cucurbitáceas da Embrapa clima temperado - período de 2002 a 2006**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado. 30p. (Documento, 176). 2006. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33615/1/documento-176.pdf>>. Acesso em: 20 de março de 2018.

BARBOSA JUNIOR, José Lucena. **Influência da temperatura e da concentração na desidratação osmótica de abóbora (*Curcubita maxima*) e cenoura (*Daucus carota* L.) Utilizando Metodologia de Superfície Resposta**. 2002. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

BORIN, Isabela et al. **Efeito do pré-tratamento osmótico com sacarose e cloreto de sódio sobre a secagem convectiva de abóbora**. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v28n1/07.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2019.

CARVALHO, Márcio Pereira Santos de. **Construção do protótipo de um sistema osmótico com compensação automática de solução**. 2011. 92 f. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

CELESTINO, S. M. C. **Desidratação osmótica na produção de frutas passa e sulfitação**. Planaltina, Embrapa Cerrados, 2009. Disponível em:

http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2010/artigos/art_020.pdf>. Acesso em: 2 de abril de 2018.

COPERCAMPOS. Disponível em:

<http://www.coopercampos.com.br/agricultura/oleriepoca.htm#verduras>. Acesso em 03 de Março de 2019.

EGEA, M. B.; LOBATO, L. P. A desidratação osmótica como pré-tratamento para frutas e hortaliças. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, p.317-318, 2014.

ESCRICHE, I.; GARCIA-PINCHI, R.; ANDRÉS, A.; FITO, P. Osmotic dehydration of kiwifruit (*Actinidia chinensis*): fluxes and mass transfer kinetics. **Journal of Food Processing**, Trumbull, v. 23, n. 3, p. 191-205, 2000.

FONTES, L. C. B.; SIVI, T. C.; RAMOS, K. K.; QUEIROZ, F. P. C. Efeito das condições operacionais no processo de desidratação osmótica de batata-doce. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.1, p.1-13, 2012.

GIANGIÁCOMO, R.; TORREGGIANI, D.; ABBO, E. Osmotic dehydration of fruit.Part 1: sugars exchange between fruit and extracting syrups. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 11, n. 3, p. 183-195, 1987.

HAWKES, J.; FLINK, J. Osmotic concentration of papaya: influence of processes variables on the quality. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 2, n. 4, p.265-284, 1978.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S. **Chave para a identificação das espécies de abóboras (Cucurbita, Cucurbitaceae) cultivadas no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2007. 10 p. Disponível

em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/745868/1/documento197.pdf>>. Acesso em: 2 de abril de 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Procedimentos e determinações gerais. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. Ed. Digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 83-158, 2008.

KOWALSKA, H.; LENART, A. Mass Exchange during osmotic pretreatment of vegetables. **Journal of Food Engineering**, n. 49, p. 137-140, 2001.

LIMA, A. S.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; LIMA, J.; SOUZA NETO, M. A.; SOUZA, A. C. R. Estudo das variáveis de processo sobre cinética de desidratação osmótica de melão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 2, p.282-286, 2004.

LUENGO, R.F.A; PARMAGNANI, R.M; PARENTE, M.R; LIMA, M.F.B.F. Tabela de composição nutricional das hortaliças. **Brasília: EMBRAPA Hortaliças**, p. 4, 2000.
MAYOR, L.; MOREIRA. R.; CHENLO. F.; SERENO, A. M. Osmotic Dehydration Kinetics of Pumpkin Fruits Using Ternary Solutions of Sodium Chloride and Sucrose. **Drying Technology**, v. 25, n. 10, p.1749-1758, 2007.

MENDES, M.H.M.; DERIVI, S.C.N.; RODRIGUEZ, M.C.R. e FERNANDES, M.L. **Tabela de composição de alimentos**, EDUFF, Rio de Janeiro 1995.

PEREIRA, K. S. *et al.* Análises microbiológicas de manga, cultivar Palmer, congelada e minimamente processada. **Higiene Alimentar**, v. 18, n. 119, p. 47-50, abril 2004.

PINHEL, Marcelo. **Catálogo de plantas: Moranga**. 2018. Disponível em: <<http://favotecnologia.com.br/catalogo-de-plantas-moranga/>>. Acesso em: 28 maio 2019.

PORCIUNCULA, Barbara Daniele Almeida. **Desenvolvimento de processo integrado de desidratação e modificação da textura de banana (var. prata) por secagem convectiva e pulsos de vácuo**. 2010. 50 f. Dissertação (Mestrado) -

Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em:
<<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93581>>. Acesso em: 15 abr. 2019

SASAKI, F. F.; DEL AGUILA, J.S.; GALLO, C.R.; ORTEGA, E.M.M.; JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A. Alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas durante o armazenamento de abóbora minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p.170-174, 2006.

SILVA, Keila de Souza. **Desidratação de abóbora (Cucurbita moschata) por métodos combinados**. 2009. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho, São Jose do Rio Preto, 2009.

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

UFRGS – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Disponível em <http://www.ufrgs.br/alimentus/feira/mpfruta/abobora/index.htm>. Acesso em fevereiro, 2019.

VIEIRA, S. **Análise de Variância: (Anova)**. São Paulo: Atlas, 2006. 204 p.

YADAV, A. K.; SINGH, S. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, p. 1654-1673, 20.

