

Obtenção de farinha do fruto do maxixe (*Cucumis anguria* L.) por diferentes métodos de secagem**Obtaining the fruit of the flour maxixe (*Cucumis anguria* L.) by different drying methods**

DOI:10.34117/bjdv6n7-661

Recebimento dos originais:04/06/2020

Aceitação para publicação:24/07/2020

Aline Priscila de França Silva

Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Federal de Campina Grande
Endereço: Acesso Professora Maria Anita Furtado Coelho, s/n - Sítio Olho d'Água da Bica, Cuité
- PB, Brasil.
E-mail:alinepriscila33@gmail.com

Ana Paula Moisés de Sousa

Doutoranda em Engenharia Agrícola
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande
Endereço: Rua Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, Campina Grande - PB, Brasil.
E-mail: anapaulinha_15_6@hotmail.com

Antonio Daniel Buriti de Macedo

Doutorando em Engenharia de Processos
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande
Endereço: Rua Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, Campina Grande - PB, Brasil.
E-mail: daniel_buritt@hotmail.com

Danilo Lima Dantas

Doutorando em Química Pura e Aplicada
Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco
Endereço: Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n - Bairro Dois Irmãos, Recife - PE, Brasil
E-mail: danilold.15@gmail.com

José Anderson Machado Oliveira

Doutorando em Química
Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Endereço: Campus universitário Lagoa Nova, Natal - RN, Brasil
E-mail: jmo.anderson@gmail.com

Arthur Filgueira de Almeida

Doutorando em Engenharia Química
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande
Endereço: Rua Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, Campina Grande - PB, Brasil
E-mail: Arthur.filgueira@eq.ufcg.edu.br

Renato Alexandre Costa de Santana

Doutor em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde
Endereço: Acesso Professora Maria Anita Furtado Coelho, s/n - Sítio Olho d'Água da Bica, Cuité
- PB, Brasil
E-mail: renatoacs@ufcg.edu.br

Ana Regina Nascimento Campos

Doutora em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande
Instituição: Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia
Endereço: Rua Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário, Campina Grande – PB, Brasil
E-mail: arncampos@ufcg.edu.br

RESUMO

A hortaliça *Cumumus anguria* L. conhecida popularmente por maxixe é originária do continente africano e adaptou-se bem as condições edafoclimáticas do nordeste brasileiro. Por ser uma cultura sazonal não se encontra disponível o ano inteiro, e apresenta perecibilidade elevada. O processo de secagem aumenta a vida útil desse produto, diminui custos com armazenamento e transporte. O objetivo deste trabalho foi elaborar farinha originada do fruto do maxixe por secagem em forno micro-ondas (FMO) e estufa, para posterior utilização na elaboração de produtos alimentícios. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos (UFCG/CES). A rampa de aquecimento utilizada para obtenção da farinha em FMO foi constituída de 2 ciclos de 10 min, 1 ciclo de 5 min e 2 ciclos de 2 min, totalizando 29 min, na potência de 50%. Ao final do processo de secagem as amostras, em rodela, apresentaram um teor final de água de 8,42%. A secagem do fruto do maxixe, em estufa de circulação de ar para obtenção de farinha foi realizada por 13 h a 60°C. A amostra final apresentou um teor de água de 11,6%. Os teores de água alcançados são compatíveis com os parâmetros exigidos pela legislação para farinhas de origem vegetal. As farinhas obtidas apresentaram maiores teores de minerais quando comparado ao fruto *in natura*, sendo os valores mais pronunciados de fósforo, ferro e magnésio, apresentando ainda teores significativos de potássio, cálcio e zinco. A obtenção de farinha de maxixe é uma alternativa para reduzir as perdas pós-colheita dessa hortaliça.

Palavras-chave: Secagem, Forno de micro-ondas, Estufa

ABSTRACT

The vegetable *Cumumus anguria* L. popularly known as maxixe originates from the African continent and has adapted well to the edaphoclimatic conditions of northeast Brazil. As it is a seasonal crop, it is not available all year round, and has high perishability. The drying process increases the useful life of this product, decreases costs with storage and transportation. The objective of this work was to elaborate flour originated from the maxixe fruit by drying in a microwave oven (FMO) and oven, for later use in the elaboration of food products. The experiments were carried out in the Laboratory of Biochemistry and Food Biotechnology (UFCG/CES). The heating ramp used to obtain the flour in FMO was constituted by 2 cycles of 10 min, 1 cycle of 5 min and 2 cycles of 2 min, totaling 29 min, at 50% power. At the end of the drying process the samples, in slices, had a final water content of 8.42%. The maxixe fruit was dried in an air circulation oven to obtain flour for 13 h at 60°C. The final sample had a water content of 11.6%. The water contents achieved are compatible with the parameters required by the legislation for flours of vegetable origin. The flours obtained had higher mineral contents when compared to the fruit in

natura, being the most pronounced values of phosphorus, iron and magnesium, still presenting significant contents of potassium, calcium and zinc. Obtaining maxixe flour is an alternative to reduce post-harvest losses of this vegetable.

Keywords: Drying, Microwave oven, Greenhouse

1 INTRODUÇÃO

A secagem, na indústria de alimentos, é um dos mais importantes processos de conservação e, visa à remoção de água do alimento a um nível tal que a deterioração por micro-organismos é minimizada, aumentando a vida útil do alimento, bem como proporcionando uma redução de volume, que facilita seu manuseio no transporte e armazenagem. Técnicas de processamento de alimentos convencionais ou novas têm sido utilizadas para melhorar a qualidade nutricional, higiênica e sensorial de um alimento, aperfeiçoando as características de processamento de materiais frescos, aumentando a variedade de produtos e, finalmente, levando em consideração aspectos econômicos e ambientais (FUMAGALLI, 2003).

As frutas e vegetais desidratados não só dispensam a necessidade de armazenamento sob condições especiais, como baixa temperatura e alta umidade relativa do ar, exigidas pela maioria destes produtos *in natura*, como também possuem volume relativamente menor. Contudo, a secagem pode ter consequências negativas como a deterioração de componentes nutricionais, escurecimento e obtenção de produtos com baixa capacidade de reidratação.

As limitações da qualidade de alimentos desidratados têm impulsionado grande número de pesquisas científicas, uma vez que é crescente a utilização de frutas e vegetais desidratados na formulação de diversos produtos industrializados como sopas, massas, sucos, suplementos alimentares e cosméticos. O principal intuito da adição destes produtos nestas formulações é agregar valor às mesmas, seja pelo aumento do valor nutricional ou pela atratividade devido à coloração que na maioria das vezes lhes são peculiares. O interesse na obtenção de alimentos desidratados de qualidade é incentivado pela crescente demanda deste tipo de produto. Sendo assim, a preocupação em reunir especificações de qualidade e conservação da energia incentiva à busca de uma profunda compreensão do funcionamento e dos problemas relacionados com a concepção e operação de desidratação e reidratação de vegetais (ROSA, 2010).

O maxixe é uma hortaliça que pertence à família Cucurbitácea, como as abóboras, pepino, melão e melancia. Os frutos são fonte de sais minerais, principalmente zinco, e têm poucas calorias (LANA *et al.*, 2007). O aproveitamento desta hortaliça para fabricação de conservas é uma

estratégia para despertar o interesse para sua exploração agroindustrial (NASCIMENTO, NUNES e NUNES, 2011).

Por se tratar de uma cultura sazonal e regionalizada o maxixe não se encontra disponível o ano inteiro na mesa do consumidor brasileiro. E como é característico de toda hortaliça, esse vegetal também possui perecibilidade elevada/rápida. Estima-se que no Brasil as perdas para hortaliças estejam entre 25- 35%, abrangendo toda a cadeia produtiva (VILELA; HENZ, 2000),

O objetivo deste trabalho foi elaborar uma farinha originada do fruto do maxixe (*Cucumis anguria* L.), por secagem em forno de micro-ondas e estufa de circulação de ar, para posterior utilização na elaboração de produtos alimentícios.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CES).

Os frutos de maxixe utilizados nos experimentos foram adquiridos na feira livre da cidade de Cuité, e na zona rural da cidade de Sossego, ambos na Paraíba, dando-se preferência aos frutos verdes, no mesmo estágio de maturação e de boa qualidade para o consumo. A uniformidade de cor e firmeza foram verificadas sensorialmente.

Inicialmente os frutos foram higienizados, lavados com escova para retirar todas as sujeiras presentes, sendo colocados em solução clorada (200ppm) por 10 min, e em seguida lavados em água corrente.

Para o estudo da secagem do fruto foram escolhidos cortes distintos com a intenção de se verificar como a diferença na distribuição de aquecimento afetaria no produto final da secagem (ROSA, 2010).

Foram estudados três diferentes cortes no fruto do maxixe:

- Rodelas, cortadas no sentido transversal do fruto, de aproximadamente 2 mm de espessura (Figura 1A);
- Fatias, cortadas no sentido longitudinal, sendo cada fruto cortado em quatro fatias (Figura 1B);
- Picado em pedaços bem pequenos com o auxílio de faca inox (Figura 1C).

Figura 1. Formas de cortes no fruto do maxixe. A) Rodelas B) Fatias C) Picado.



2.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA

Para determinação da biometria a medição do comprimento e do diâmetro dos frutos foi realizada com paquímetro digital, ZAAS precision, e os resultados expressos em mm. A circunferência, determinada com fita métrica, foi obtida medindo-se a região mediana do fruto e expressa em cm.

Para determinação da massa e do rendimento referente a cada parte realizou-se a pesagem individual dos frutos, iniciando com a massa total, seguido pela determinação da massa da casca e massa da polpa. A massa de sementes dos frutos foi obtida por diferença entre a massa total e o somatório da massa da casca e da polpa. As massas foram determinadas em balança digital analítica, Shimadzu AY 220 e, os resultados expressos em g. O rendimento individual de cada parte do fruto foi obtido pela relação percentual entre a massa do fruto inteiro e de seus respectivos componentes.

O teor de água foi determinado seguindo-se a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), que determina a perda de água por meio de aquecimento do produto a 105°C.

O método de determinação do resíduo mineral fixo foi baseado na determinação da perda de peso do material submetido à queima em temperatura de 550°C, em forno mufla (IAL, 2008). Para a determinação da acidez por titulação utilizou-se 5 g de amostra, 100 mL de água destilada e fenolftaleína (0,5%), com solução titulante de hidróxido de sódio 0,1M (IAL, 2008).

Os sólidos solúveis totais foram determinados por leitura direta em refratômetro de bancada Abbe, e os resultados expressos em °Brix (g/100g) (IAL, 2008).

A determinação do pH foi realizada conforme metodologia adotada pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008). Para essa determinação foram utilizados 5 g de amostra e 50 mL de água destilada. A determinação do percentual de proteína bruta foi realizada através do método semi-micro Kjeldahl, conforme metodologia adotada por Tedesco et al. (1995).

Os minerais contidos no resíduo mineral fixo foram identificados e quantificados por espectrômetro de fluorescência de raio-X por energia dispersiva, o equipamento utilizado foi o Shimadzu EDX-720 (EDX).

2.2 SECAGEM EM FORNO DE MICRO-ONDAS

Foi utilizado um forno micro-ondas (FMO) doméstico da marca Eletrolux, modelo MEF 28, 220 V, capacidade de 18 L, potência de 700 W e frequência das micro-ondas de 2450 MHz.

Para a execução de todos os experimentos foram utilizados béqueres de polipropileno, pois não absorvem significativamente energia de micro-ondas. Antes do início dos testes de secagem no forno de micro-ondas foi realizado o mapeamento térmico da cavidade do forno, a determinação da potência real de trabalho e testes de reprodutibilidade dos resultados.

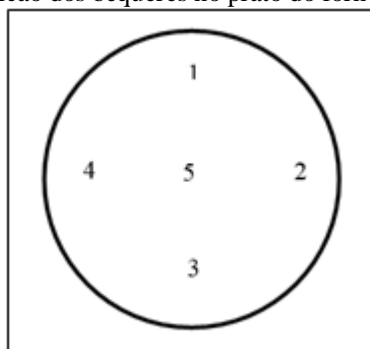
2.2.1 Mapeamento térmico

Com intuito de localizar no FMO o ponto de maior irradiação na sua cavidade, e posteriormente alcançar um melhor rendimento no preparo da farinha de maxixe, foram realizados mapeamentos da distribuição de radiação por variação da temperatura da água.

Para realização desse método de mapeamento foram utilizados béqueres de polipropileno de 250 mL e termômetro digital tipo espeto, modelo SH-113, escala de temperatura de - 50 a + 300 °C, exatidão da leitura de ± 2 °C.

No prato do FMO utilizado foram marcados cinco pontos simétricos como demonstrado na Figura 2. Em cada béquer foram colocados 50 mL de água, e registrado a temperatura inicial, em seguida todos foram simultaneamente posicionados nos pontos marcados e irradiado a potência máxima por 120 s, com o prato girando e depois com o prato fixo, logo após foi verificada a temperatura da água dos béqueres.

Figura 2. Posição dos béqueres no prato do forno micro-ondas.



2.2.2 Determinação da potência real de trabalho

Em um béquer foi colocado 1 L de água, com temperatura inicial de 23 ± 2 °C, posicionado no local de maior incidência de radiação da cavidade do forno. O aquecimento foi realizado por 120 s, nas potências programadas de 100, 80, 60, 40, 20%, consecutivamente. Após o aquecimento registrou-se a temperatura final. Foram realizadas três medidas para cada potência de acordo com metodologia recomendada por SOUZA e SILVA (2000).

O cálculo da potência real de trabalho do FMO foi realizado conforme Equação 1

$$P = \frac{K C_p m (\Delta T)}{t} \quad (1)$$

Onde:

P: Potência real de trabalho, (W- J.s⁻¹);

K: fator de conversão:

cal/s → W (4,184 W. s. cal⁻¹);

C_p: capacidade calorífica da água, (cal. g⁻¹ °C⁻¹);

m: massa da amostra de água, (g);

ΔT: variação de temperatura observada, (°C);

t: tempo de irradiação, (s).

As condições experimentais utilizadas foram: capacidade calorífica da água a 25°C = 0,9997 cal g⁻¹ °C⁻¹, massa de amostra de água = 1000 g, tempo de irradiação = 120s.

2.2.3 Verificação da reprodutibilidade de aquecimento

A reprodutibilidade de aquecimento do FMO foi verificada realizando ensaios (em triplicata) do aquecimento de 100 mL de água em um béquer de 250 mL, posicionado no centro do forno. O aquecimento foi realizado de 0 a 120 s, medindo-se a temperatura em intervalos regulares de tempo de 10 s.

2.2.4 Testes preliminares

Inicialmente foram realizados testes preliminares com intuito de fixar parâmetros operacionais do FMO (potência e tempo de aquecimento), e também determinar a massa inicial de amostra a ser utilizada na preparação da farinha, bem como o tipo de corte a ser feito do fruto, que proporcionasse a melhor e mais eficiente secagem.

2.2.5 Elaboração da farinha

Com base nos resultados dos testes preliminares foi estabelecida uma rampa de aquecimento e a potência do forno a ser utilizada. Em cada intervalo de ciclo regular a amostra seca foi desprendida do recipiente com uma espátula, a fim de evitar a fixação na sua superfície e também com intuito de se evitar possibilidade de combustão e garantir a homogeneidade do aquecimento no material.

Em todos os experimentos foram utilizados uma massa fixa de amostra e, béquer com 150 mL de água dentro do FMO, com a finalidade de umedecer o ambiente e evitar a combustão das amostras e danos no aparelho (UNDERSANDER; MERTENS; THIEX, 1993). A água do béquer foi trocada a cada nova sequência para evitar que entrasse em ebulição e derramasse água nas amostras, alterando sua umidade e aumentando o tempo de secagem.

Após secagem as amostras foram trituradas em moinho de marca Bermar, modelo BM 03 (moedor de café) e acondicionadas a vácuo em sacos plásticos para posterior caracterização.

Na farinha de maxixe obtida pelo FMO foram realizadas determinações de teor de água, resíduo mineral fixo, acidez titulável, sólidos solúveis totais, pH, proteína bruta e determinação de minerais, como descritos anteriormente.

2.3 SECAGEM EM ESTUFA

Foi utilizada uma estufa de circulação de ar forçado, da marca American Lab, modelo AL 102/480. Nos experimentos realizados, utilizou-se bandejas circulares de alumínio, com 24 cm de diâmetro e 2 cm de altura, revestidas por papel manteiga.

Foram realizados testes preliminares para definir entre os cortes estudados qual apresentaria os melhores resultados, com relação à aparência e teor final de água apresentados. Após testes, seguiu-se então a secagem dos frutos a temperatura de 60°C. A escolha da temperatura de secagem foi baseada em estudos de cinética de secagem deste fruto (MATTOS, 2016).

Para a elaboração da farinha, após secagem em estufa, procedeu-se de maneira semelhante à utilização do FMO, com as mesmas determinações descritas anteriormente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO FRUTO DO MAXIXE

Os resultados da biometria dos frutos de maxixe estão expressos na Tabela 1. O valor médio do comprimento, do diâmetro e da circunferência aferidos foram de 50,91; 30,63 e 10,62 mm, respectivamente.

Tabela 1. Biometria dos frutos do maxixe

Características	Valor máximo	Valor mínimo	Média
Comprimento (mm)	66,30	35,61	50,91 ± 7,50
Diâmetro (mm)	40,14	23,80	30,63 ± 3,94
Circunferência (cm)	14,10	8,50	10,62 ± 1,26

A Tabela 2 apresenta os valores das massas e rendimento do fruto de maxixe. Segundo os dados, o valor médio encontrado para a massa total do fruto foi de aproximadamente 30,00 g, variando de um valor entre 13,03 e 63,68 g. A média da massa total dos frutos foi superior ao registrado por Medeiros *et al.* (2010) em estudo sobre maturação de sementes de maxixe, que obtiveram média de 22,63 g para massa dos frutos adultos. Selecionando fruto para elaboração de conserva Nascimento, Nunes e Nunes (2011) obtiveram médias inferiores a 20,00 g para a massa total.

A massa média da casca apresentou um valor de 12,18 g. A polpa apresentou massa variando de 3,87 a 19,69 g com média de 9,31 g. A massa total do fruto constituiu-se de aproximadamente 40,57 % de casca, 31,01 % de polpa e 28,38% de sementes.

Tabela 2. Valores em massa dos frutos do maxixe

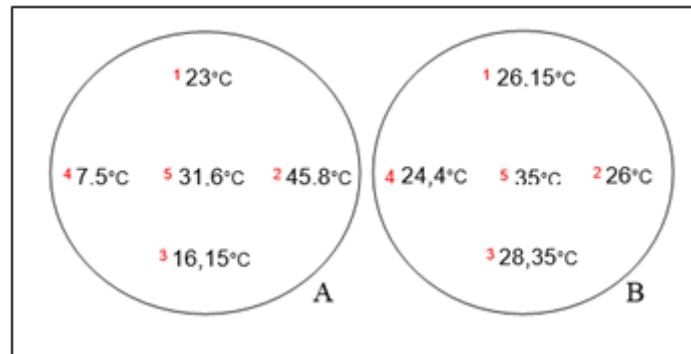
Massa (g)	Valor Máximo	Valor Mínimo	Média	(%)
Total	63,68	13,03	30,02 ± 11,90	100,00
Casca	30,87	5,72	12,18 ± 5,11	40,57
Polpa	19,69	3,87	9,31 ± 4,14	31,01
Sementes	16,50	3,44	8,52 ± 3,34	28,38

3.2 SECAGEM EM FORNO DE MICRO-ONDAS

3.2.1 Mapeamento térmico

Na Figura 3 (A e B), estão expostos os resultados obtidos pelo processo de mapeamento térmico por meio da variação da temperatura da água, realizado pelo aquecimento simultâneo dos cinco béqueres, com prato girando e com prato fixo, respectivamente.

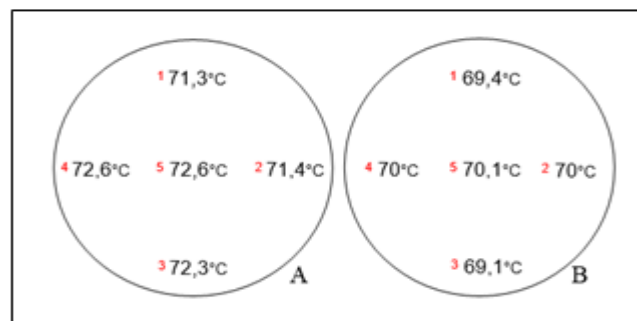
Figura 3. Mapeamento térmico por meio da variação de temperatura da água, aquecimento simultâneo dos béqueres. A) prato fixo B) prato girando



Nota-se que na Figura 3A, após o tempo de aquecimento as posições (2) e (5) apresentaram maior temperatura, em comparação a mesma metodologia realizada com o prato girando (Figura B), as posições que apresentaram maior variação de temperatura da água foram (5) e (3), mostrando que a região de maior irradiação do forno micro-ondas é a posição central.

Na Figura 4 estão representados os resultados obtidos no mapeamento térmico por meio da variação da temperatura da água, com aquecimento individual dos cinco béqueres, com prato fixo (Figura 4A) e com prato girando (Figura 4B).

Figura 4. Mapeamento térmico por meio da variação de temperatura da água, aquecimento individual dos béqueres. A) prato fixo B) prato girando



No teste realizado com os béqueres posicionados individualmente obteve-se resultados semelhantes ao teste utilizando os cinco béqueres posicionados todos de uma vez, apresentando a região central (5) como a posição de maior incidência de irradiação do forno micro-ondas.

Também se observou que a temperatura média entre os cinco pontos com o prato fixo foi um pouco maior que a média verificada para os cinco pontos quando aquecidos com prato girando e, que a variação de temperatura com prato fixo e girando foi menor que 1°C, sendo a temperatura média de $72,04 + 0,64$ °C para o prato fixo e $69,82 + 0,30$ °C para prato girando. Também foi verificado que quando os béqueres foram irradiados simultaneamente, houve uma menor variação

de temperatura em todos os pontos, pois ocorreu uma distribuição da energia irradiada entre os béqueres, no entanto o ponto de maior incidência foi o mesmo. Souza (2015) obteve resultados semelhantes quando mapeou a cavidade do forno de micro-ondas por meio da variação da temperatura da água, com aquecimento simultâneo e individual dos béqueres.

3.2.2 Determinação da potência real

Os resultados obtidos da variação de temperatura em relação à potência utilizada no aquecimento da água e da potência real calculada segundo a Equação (1) estão apresentados na Tabela 3.

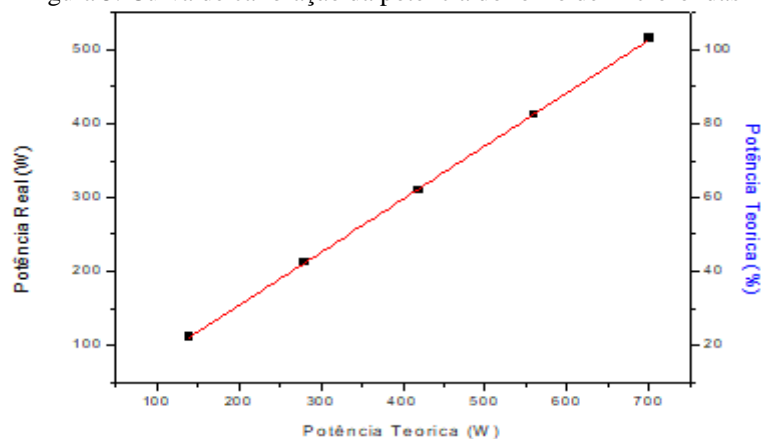
Observou-se que a potência real calculada para o forno é crescente em função do aumento da temperatura, mas não corresponde ao valor relatado pelo fabricante no manual do aparelho. Souza et al. (2005) e Barboza et al. (2001) em diferentes estudos de calibração de forno de micro-ondas também mostraram resultados semelhantes.

Tabela 3. Potência teórica e potência real do forno micro-ondas

Potência _{teórica} (%)	Potência _{teórica} (W)	$\Delta T_{m\acute{e}dia}$ (°C)	Potência _{real} (W)
100	700	14,8	515,9
80	560	11,8	411,3
60	420	8,9	310,2
40	280	6,1	212,6
20	140	3,2	111,5

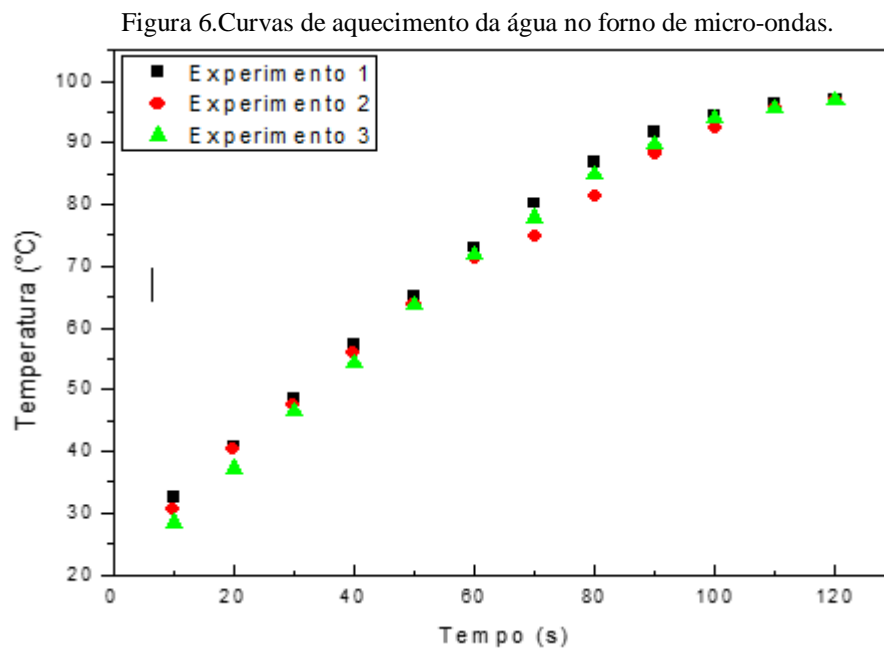
Utilizando a potência em W e % e a potência real em W, foi possível a construção de um gráfico para melhor observação da rampa da curva de calibração do forno (Figura 5). Com um R^2 de 0,99 é possível utilizar com confiabilidade o modelo linear proposto para prevê outras potências reais não calculadas, sendo: $P_{Real} = 0,72P_{teórica} + 10,05$.

Figura 5. Curva de calibração da potência do forno de micro-ondas



3.2.2 Verificação da reprodutibilidade

As curvas de aquecimento da água *versus* tempo de aquecimento estão representadas graficamente na Figura 6. Observa-se pequena diferença entre as curvas nas três temperaturas, confirmando uma boa reprodutibilidade da taxa de aquecimento obtida no forno de micro-ondas utilizado neste estudo.



3.2.4 Elaboração da farinha de maxixe

Os critérios utilizados para se estabelecer a rampa de aquecimento adotada neste trabalho foram: teor de água final apresentado pela amostra concomitantemente a aparência final do produto. Para obtenção da farinha do maxixe a partir do FMO foi estabelecido uma rampa de aquecimento determinada por 2 ciclos de 10 min, 1 ciclo de 5 min e 2 ciclos de 2 min, totalizando 29 min, na potência de 50%. Todos os experimentos utilizaram 50 g de amostra, e as três formas de cortes passaram pela mesma forma de secagem, com os mesmos tempos, mesmas paradas e mesma potência.

Com relação à potência utilizada do FMO, 50% correspondeu a uma potência real de trabalho de 262,5 W. Esta potência adotada no processo de secagem refere-se a maior potência possível que além de reduzir o teor de água proporcionou as menores temperaturas alcançadas pela amostra durante o processo, uma vez que temperaturas relativamente baixas favorecem a manutenção das propriedades e a boa qualidade do produto. Também se optou pela utilização de

uma única potência de trabalho uma vez que se pretende tornar este processo de fácil reprodução, de forma que possa realizado em qualquer FMO, com ajuste da potência quantitativo ou qualitativo.

Ao final do processo de secagem em FMO as amostras apresentaram um teor final de água de: 8,42% para o corte em rodelas, 49,8% para o corte em fatias e 16,4% para o corte picado.

As amostras cortadas em rodelas e picadas com faca (Figuras 7A e 7C, respectivamente) apresentaram as melhores respostas, pois apresentaram maiores perdas de água, sem danificar o material, no mesmo tempo de secagem. O corte em fatias (Figura 7B) apresentou os piores resultados em relação à aparência, sendo a região central das fatias queimada antes mesmos do final do processo de secagem. Dessa forma, para obtenção da farinha escolheu-se o corte em rodelas, pois apresentou menor teor de água e maior facilidade de preparo.

Figura 7. Amostras após secagem no forno de micro-ondas. A) Rodelas B) Fatias C) Picado



3.3 SECAGEM EM ESTUFA

3.3.1 Elaboração da farinha de maxixe

A secagem do maxixe em estufa de circulação de ar forçado ocorreu por 13 h a uma temperatura de 60°C (MATTOS, 2016). Com esse tempo foi observado uma significativa redução no teor de água do fruto, acompanhado de ótima aparência do produto (como visto da Figura 9 A, B e C). Também se verificou que nenhum dos tipos de cortes estudados resultou em amostras queimadas nem apresentou escurecimento no produto durante o tempo de secagem. Dessa forma optou-se por utilizar o corte em rodelas, uma vez que foi o mesmo tipo de corte adotado na elaboração da farinha em FMO.

Figura 9. Amostras após secagem na estufa. A) Rodelas. B) Fatias C) Picado



3.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FARINHAS DE MAXIXE OBTIDAS POR DOIS MÉTODOS DE SECAGEM

Na Tabela 5, estão apresentados os valores referentes aos parâmetros físico-químicos do fruto de maxixe *in natura*, da farinha obtida por FMO e da farinha obtida por estufa.

Tabela 5. Parâmetros físicos e químicos, do maxixe *in natura* e das farinhas obtidas em FMO e estufa

Parâmetros	<i>In Natura</i>	FMO	Estufa
Teor de Água (%)	91,27 ± 0,52	8,42 ± 0,38	11,60 ± 0,30
Resíduo Mineral Fixo (%)	0,64 ± 0,13	9,43 ± 0,38	10,34 ± 0,58
Acidez titulável (%)	1,60 ± 0,70	3,00 ± 0,42	4,60 ± 0,94
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	2,0 ± 0,0	4,10 ± 0,10	3,30 ± 0,23
pH	5,40 ± 0,39	4,46 ± 0,06	4,03 ± 0,42
Proteína Bruta (%)	1,30 ± 0,25	0,73 ± 0,20	0,60 ± 0,10

O valor de teor de água apresentado pelo fruto *in natura* foi 91,27%, em contra partida a farinha em FMO foi 8,42%, e na estufa de 11,6%, demonstrando um valor significativo de perda de água através do processo de secagem utilizado, vale salientar que o valor de teor de água do maxixe *in natura* pode ser comparado aos valores da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011) que apresenta um teor de água de 95,1%, mostrando assim que o valor encontrado na pesquisa se aproximado ao valor tabelado.

A ANVISA, através da portaria 354/1996, estabelece que o teor de água das farinhas não deve ultrapassar a 15%. Dessa forma a secagem do fruto do maxixe cortado em rodelas, tanto em FMO como em estufa, produziu farinhas com teor de água dentro dos padrões estabelecidos (BRASIL, 2001).

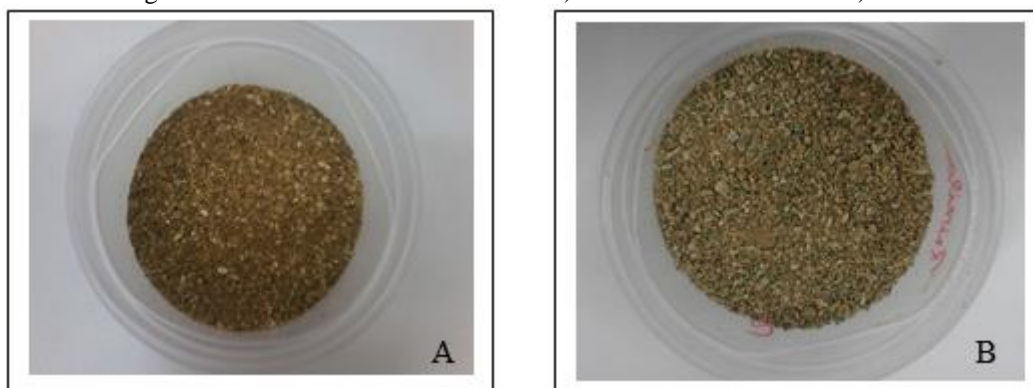
Os valores de resíduo mineral fixo apresentado pelo fruto *in natura* 0,64% e de 9,34 e 10,34%, para farinha em FMO e estufa, respectivamente. De acordo com a TACO (2011) para o maxixe *in natura* o valor é 0,70, semelhante ao valor encontrado nesta pesquisa.

O valor conferido à acidez titulável na amostra *in natura* foi de 1,60% com aumento desse percentual para as farinhas em FMO e estufa, respectivamente (3,00 e 4,60%). Esse aumento na acidez foi acompanhado da diminuição dos valores de pH apresentado pelas farinhas (4,46 para FMO e 4,03 para estufa) em relação ao maxixe *in natura* (5,40).

O valor do teor de sólidos solúveis totais na amostra do fruto *in natura* foi de 2,0 °Brix, para a farinha em FMO foi 4,1 °Brix, e a farinha obtida em estufa o valor foi de 3,3 °Brix. Observa-se que houve aumento nos valores obtidos pelas farinhas quando comparado ao fruto *in natura*, esse aumento pode provavelmente está relacionado com o teor de água presente nas amostras, pois há uma maior diluição dos compostos solúveis em meio aquoso.

O valor de proteína bruta, determinado em base seca, obtido para o fruto do maxixe *in natura* foi 1,3%, para a farinha em FMO 0,73% e para a farinha obtida em estufa 0,60%. O valor de proteína bruta citado da tabela TACO (2011) é 1,4%.

Figura 10. Farinhas de maxixe obtidas. A) Forno de micro-ondas e B) Estufa



Como mostrado na Tabela 6 o maxixe apresentou um valor significativo de potássio (K) e cálcio (Ca), tanto no fruto *in natura*, quanto nas farinhas obtidas em FMO e estufa, foi observado também que após elaboração das farinhas (FMO e estufa) os valores P(fósforo), Fe (ferro) e magnésio (Mg) aumentaram em relação aos valores *in natura*.

Tabela 6. Valores dos minerais encontrados no fruto do maxixe *in natura* e nas farinhas obtidas em FMO e estufa

Minerais (%)	K	Ca	P	Fe	Mg	Mn	Zn
<i>In natura</i>	66,65	16,34	2,09	1,16	0,88	0,27	0,14
FMO	62,15	14,00	2,88	1,42	1,42	-	0,09
Estufa	65,48	12,10	2,68	2,79	1,53	0,1	0,09

4 CONCLUSÕES

A rampa de aquecimento utilizada para obtenção da farinha em FMO foi constituída de 2 ciclos de 10 min, 1 ciclo de 5 min e 2 ciclos de 2 min, totalizando 29 min, na potência de 50%. Ao final do processo de secagem as amostras, em rodela, apresentaram um teor final de água de 8,42%.

A secagem do fruto do maxixe, em estufa de circulação de ar para obtenção de farinha foi realizada por 13 h a 60°C. A amostra final apresentou um teor de água de 11,6%.

Os teores de água alcançados são compatíveis com os parâmetros exigidos pela legislação para farinhas de origem vegetal.

A transformação do maxixe in natura em farinha poderá reduzir significativamente as perdas pós-colheita, diversificando o uso dessa hortaliça, podendo ser incorporada a outros produtos, especialmente aos produtos de panificação.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq (PIBIC/CNPq-UFCG), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de hortaliças não-convencionais / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, 2010.92 p. Disponível em: http://www.abcsem.com.br/docs/manual_hortalicas_web.pdf. Acesso em 17 ago. 2014.

IBGE. Pesquisa de Orçamento Familiares 2002-2003. Aquisição alimentar domiciliar per capita: Brasil e grandes regiões. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2002aquisicao/aquisicao.pdf>. Acesso em 17 ago. 2014.

IBGE. Pesquisa de Orçamento Familiares 2008-2009. Aquisição alimentar domiciliar per capita: por grandes regiões. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pof/2008_2009_aquisicao/tabelas_pdf/tab111.pdf. Acesso em 18 ago. 2014

LIMA, L. F. P. Estudos taxonômicos e morfopolínicos em cucurbitácea brasileira. 2010. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/26294>. Acesso em: 16 ago. 2014.

MORETONI, C. B.; Avaliação Fitoquímica e das Atividades Antioxidante, Citotóxica e Hipoglicemiante dos Frutos De Cucumis anguria L. (Cucurbitaceae). Curitiba: UFPR, 2008. 91p.

NASCIMENTO, A. M. do C.; NUNES, R. G. F. L.; NUNES, L. A. P. L. Elaboração e Avaliação Química, Biológica e Sensorial de Conserva de Maxixe (Cucumis anguria L.). Acta Tecnológica, v. 6, n. 1, p.123. jan -jun. 2011. <http://portaldeperiodicos.ifma.edu.br/portaldeperiodicos/index.php/actatecnologica/article/view/48>. Acesso em: 08 nov. 2014.

NASCIMENTO, A. M. do C.; NUNES, R. G. F. L.; SILVA, M. de J. M. da. Elaboração e Avaliação Química e Sensorial de Conserva de Maxixe (Cucumis anguria L.). In: V CONNEPI 2010. 2010. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1031/58>. Acesso em: 26 set. 2014.

ROSA, J.G. secagem da cenoura (Daucus carota L.) em micro-ondas. Dissertação de mestrado. UFSC, 2010.

ROSINI; NASCENTES, C.; NÓBREGA, A.; Experimentos didáticos envolvendo radiação micro-ondas. Química Nova, Vol. 27 No. 6, p.1012-1015, 2004.

SILVA, D.J. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 166p. 1999.

SILVA, F.; SOUZA, S. S.; Calibração de forno de micro-ondas – Experimento 1. In: WORKSHOP Sobre preparação de amostras – Métodos de decomposição de amostras, 3., 2000, São Carlos, SP. Anais. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007.

SOUZA, H.P. F. Elaboração de farinha da casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) em forno de micro-ondas. Trabalho de Conclusão de curso. UFCG, 2015.

SOUZA, G; NOGUEIRA, A; RASSINI, J; SANTOS M. P.; Teor de matéria seca em amostras de plantas: determinação com forno de micro-ondas doméstico. EMBRAPA Pecuária Sudeste. São Carlos, 2005.

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. - Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011.

VALENTE, L. M. M. Cucurbitacinas e suas principais características estruturais. *Química Nova*, São Paulo, v.27, n.6, p.944-948. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v27n6/22285.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2014.