



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE BIOLOGIA E QUÍMICA

**ELABORAÇÃO DE PRODUTO FARINÁCEO A PARTIR DA
ALGAROBA (*Prosopis juliflora* (Sw) DC)**

LIORAN FAGNER BENTO DE OLIVEIRA

CUITÉ- PB

2017

LIORAN FAGNER BENTO DE OLIVEIRA

**ELABORAÇÃO DE PRODUTO FARINÁCEO A PARTIR DA
ALGAROBA (*Prosopis juliflora* (Sw) DC)**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Campina Grande, como forma de obtenção do Grau de Licenciado em Química.

Orientadora: Prof^a Dr^a Ana Regina N. Campos

CUITÉ-PB

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA NA FONTE
Responsabilidade Jesiel Ferreira Gomes - CRB 15 - 256

O48e Oliveira, Lioran Fagner Bento de.

Elaboração de produto farináceo a partir da algaroba (*prosopis juliflora* (sw) D.C). / Lioran Fagner Bento de Oliveira. - Cuité: CES, 2017.

47 fl.

Monografia (Curso de Licenciatura em Química) - Centro de Educação e Saúde / UFCG, 2017.

Orientadora: Ana Regina Nascimento Campos.

1. Algaroba. 2. Secagem. 3. Composição química. I. Título.

Biblioteca do CES - UFCG

CDU 54

*Dedico este trabalho a minha família e a todos aqueles que contribuíram para minha formação.
Em especial aos meus pais, Francisca Bento e José Lindomar,
a minha irmã Lílian Fábila
e aos amigos Rafaela Nivercy, Junior Oliveira e Ruan Souto.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado à graça de vivenciar e concluir mais uma etapa da minha vida, por ter me dado sabedoria suficiente todos os dias, me protegido a cada viagem, me dado força a cada batalha, me amparado a cada queda e principalmente por se fazer presente em todos os momentos dessa caminhada.

Aos meus pais, Francisca Bento de Oliveira e José Lindomar de Oliveira, por todo esforço que fizeram para eu conseguir concluir essa graduação, por todo apoio, incentivo, carinho e cuidado, meu muitíssimo obrigado.

A minha irmã, Lillian Fábria Bento de Oliveira, por todo cuidado e carinho e principalmente por ser minha companhia durante toda essa trajetória, obrigado pela parceria e cumplicidade de sempre.

A toda a minha família, avós, tios e primos por todo amor a mim dedicado e também por fazerem o possível e o impossível para ajudar nas minhas necessidades.

A minha orientadora, Professora Dr^a. Ana Regina Nascimento Campos, por toda atenção a mim dedicada, pelo zelo e carinho e principalmente por todo esforço dedicado a este trabalho, muito obrigado.

Ao Professor Dr. José Carlos de Oliveira Santos, pela oportunidade de ingressar no PIBID e por toda orientação durante a minha participação nesse projeto.

Ao Professor Dr. Renato Santana, pela ajuda durante a realização da pesquisa.

As irmãs de coração que a estadia na cidade de Cuité me proporcionou, Elysangela Bernardino e Rafaela Nivercy, por todo amor e compreensão durante todo o tempo em que estiveram presentes e também por todo apreço e carinho, obrigado.

A todos os colegas e amigos que fiz durante esse período na universidade, em especial a Alison Oliveira, Josivaldo dos Santos, Izaíra Carla e Ana Maria.

Aos amigos e irmãos de coração que ganhei através do curso de química, Junior Oliveira e Ruan Souto, pelo carinho e afeto, pela torcida e apoio, pela companhia, parceria, sinceridade, cumplicidade e principalmente por toda dedicação em cultivar essa amizade maravilhosa, obrigado.

Ao Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande e aos pesquisadores que auxiliaram no desenvolvimento das análises.

A Jaciara Dantas, pela total dedicação, pelo sorriso fácil, pelo carinho demonstrado mesmo em pouco tempo de amizade e principalmente por ser “meus pés e minhas mãos” durante o desenvolvimento da pesquisa, muito obrigado.

A todos que contribuíram para o progresso do trabalho, em especial a Daniel Buriti, Aline Priscila, Ana Paula, Francisco Carlos, Danilo Dantas e Johnathan Rickelme.

A Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, aos professores, técnicos administrativos, servidores e terceirizados.

A CAPES e ao PIBID, pelo incentivo financeiro e pelo estímulo a minha formação profissional.

Aos colegas bolsistas que compartilharam de momentos importantes no desenvolvimento das atividades do PIBID, em especial a Renata Joyce, Déborah Manuela (*in memoriam*) e Ana Paula.

Aos professores que me supervisionaram no PIBID e nos estágios de ensino nas escolas por onde passei.

Aos amigos que mesmo de longe torceram, incentivaram e apoiaram durante toda a graduação, em especial a Silvio Fernandes, Eduardo Henrique, Ellen Ludmille e Éric Diego.

As minhas primas Caroline Costa e Jussara Michelly por toda torcida, apoio, incentivo e principalmente por se organizarem de forma que conseguissem disponibilizar a moto sempre que precisei.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para o desfecho positivo dessa importante etapa da minha vida,

Meu muito obrigado!

*“Só eu sei cada passo por mim dado,
nessa estrada esburacada que é a vida,
passei coisas que até mesmo Deus duvida,
fiquei triste, capiongo, aperriado,
porém nunca me senti abandonado,
me agarrava sempre numa mão amiga
e de força minha alma era munida
pois do céu uma voz dizia assim:
- Suba o queixo, meta os pés, confie em mim
siga a luta que eu cuido das feridas.”*

Bráulio Bessa

RESUMO

A algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) foi trazida do deserto de Piura para o Brasil no ano de 1942 com a finalidade de arborizar regiões áridas em processo de desertificação e auxiliar na alimentação animal, atualmente é utilizada também na produção artesanal de cachaças e vinhos, alimentação humana na produção de farinha, pães, bolos, biscoitos e doces e na produção de bioetanol. A secagem é um procedimento utilizado na desidratação de alimentos com a finalidade de ampliar a vida de prateleira de determinados produtos. O objetivo deste trabalho foi obter produto farináceo originado das vagens de algaroba, por dois diferentes métodos de secagem, forno de micro-ondas (FMO) e estufa de circulação de ar, para posterior utilização em produtos alimentícios. Os experimentos foram realizados no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos da UFCG/CES, com vagens de algaroba colhidas dos jardins da própria universidade. A secagem em estufa foi realizada à temperatura de 60°C por 660 min e a secagem em FMO foi realizada utilizando 50 g de amostra, em 5 ciclos de 2 min e 1 ciclo de 1 min, totalizando um tempo de 11 min, utilizando potência do FMO de 40 %. Com os resultados, verificou-se que os produtos farináceos obtidos apresentaram teor de água de acordo com a legislação brasileira e parâmetros de proteína bruta, pH, sólidos solúveis totais e resíduo mineral fixo que corroboram com os valores encontrados na literatura. A obtenção do produto farináceo das vagens de algaroba em FMO é um processo acessível, barato e eficiente, uma vez que esta operação proporcionou vantagens relacionadas ao tempo de secagem e energia utilizada, bem como um produto de aparência interessante e elevado teor de proteína.

Palavras-chave: Algaroba; secagem; micro-ondas; estufa; farinha; composição química.

ABSTRACT

The mesquite (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) was brought from the desert of Piura to Brazil in 1942 with the purpose of affording arid regions in the process of desertification and assisting in animal feeding, currently it is also used in the artisanal production of cachaças and wines, human food in the production of flour, breads, cakes, biscuits and sweets and in the production of bioethanol. Drying is a procedure used in the dehydration of food in order to extend the shelf life of certain products such as flour. The objective of this work was to obtain farinaceous product originated from the algaroba pods, by two different drying methods, microwave oven (FMO) and air circulation oven, for later use in food products. The experiments were carried out in the Laboratory of Biochemistry and Biotechnology of Food of the UFCG/CES, with pods of mesquite harvested from the gardens of the university itself. The oven drying was done at a temperature of 60° C for 660 minutes and drying in FMO was done using 50g of sample in 5 cycles of 2 minutes and 1 cycle of 1 minute, totaling a time of 11 minutes, using potency of 40%. With the results, it was verified that the farinaceous products obtained presented water content according to the Brazilian legislation and parameters of crude protein, pH, total soluble solids and fixed mineral residue that corroborate with the values found in the literature. Obtaining the farinaceous product from the algaroba pods in FMO is an affordable, inexpensive and efficient process, since this operation provided advantages related to the drying time and energy used, as well as a product of interesting appearance and high protein content.

Keywords: Mesquite; drying; microwave; greenhouse; flour; chemical composition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i> (Sw) DC).....	15
Figura 2	Fruto (vagem) da Algarobeira (<i>Prosopis juliflora</i> (Sw) DC).....	17
Figura 3	Imagem via satélite da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Cuité – PB.....	24
Figura 4	Tipos de formatos das amostras adotados para a secagem. A) Vagem inteira B) vagem cortada manualmente C) vagem triturada.....	25
Figura 5	Estufa de circulação de ar utilizada no processo de secagem.....	28
Figura 6	Forno de micro-ondas Electrolux, utilizado no processo de secagem.....	28
Figura 7	Esquema de elaboração de produto farináceo a partir de vagens de algaroba...	30
Figura 8	Produto farináceo obtido por secagem de vagens de algaroba em FMO A) vagens inteiras B) vagens cortadas C) vagens trituradas.....	36
Figura 9	Produto farináceo obtido por secagem de vagens de algaroba em estufa de circulação A) vagens inteiras B) vagens cortadas C) vagens trituradas.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição química das farinhas de algaroba encontradas na literatura.....	23
Tabela 2	Caracterização física e química de vagens de algaroba (<i>Prosopis juliflora</i> (Sw) DC) <i>in natura</i>	32
Tabela 3	Constituintes minerais das vagens de algaroba (<i>Prosopis juliflora</i> (Sw) DC) <i>in natura</i>	33
Tabela 4	Caracterização física e química do produto farináceo de vagens de algaroba (<i>Prosopis juliflora</i> (Sw) DC), para os três tipos de cortes, obtido por secagem em forno de micro-ondas.....	34
Tabela 5	Caracterização física e química do produto farináceo de vagens de algaroba (<i>Prosopis juliflora</i> (Sw) DC), para os três tipos de cortes, obtido por secagem em estufa de circulação de ar.....	37
Tabela 6	Comparação entre o melhor corte das vagens de algaroba de cada método de secagem para obtenção de produto farináceo.....	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 Algaroba.....	15
3.2 Secagem.....	18
3.2.1 Secagem em Estufa de Circulação de Ar.....	19
3.2.2 Secagem em Forno de Micro-ondas (FMO).....	19
3.3 Elaboração de produtos farináceos.....	20
4. METODOLOGIA.....	24
4.1 Local de coleta.....	24
4.2 Caracterização física e química.....	25
4.2.1 Determinação do Teor de Água.....	25
4.2.2 Determinação da Atividade de Água.....	26
4.2.3 Determinação do pH.....	26
4.2.4 Determinação de Sólidos Solúveis Totais.....	26
4.2.5 Determinação do Resíduo Mineral Fixo.....	26
4.2.6 Determinação de Proteína Bruta.....	26
4.2.7 Determinação de Minerais.....	26
4.2.8 Cor.....	27
4.3 Secagem para obtenção do produto farináceo.....	27
4.4 Comparação entre métodos de secagem e tipos de cortes das vagens de algaroba ...	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.1. As vagens de algaroba <i>in natura</i>	32
5.2. Produtos farináceos obtidos por secagem em FMO.....	33
5.3. Produtos farináceos obtidos por secagem em estufa de circulação de ar.....	36
5.4. Comparação entre os métodos de secagem.....	39
6. CONCLUSÃO.....	41
7. REFERÊNCIAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

A caatinga, bioma predominante no nordeste brasileiro, abrange aproximadamente 56% da superfície dessa região e é composta por uma grande variedade de espécies. Esse tipo de vegetação em tempos de estiagem costuma ser extremamente seco, com pouquíssimas folhas, no entanto, em tempos de chuva, a vegetação rapidamente se renova. As condições climáticas, árido e semiárido, são predominantes nessa região, e por consequência disso apresenta um longo período sem chuvas que duram aproximadamente nove meses, implicando em solos rasos e de baixa fertilidade (IANNUZZI, MAIA e VASCONCELOS, 2006).

Em virtude dos longos períodos de seca e de algumas características próprias dessa região, como a temperatura elevada e a baixa fertilidade do solo, as plantas provindas de áreas com características opostas a essas ficam impossibilitadas de florescerem e crescerem naturalmente, sendo capazes de se desenvolverem apenas ao serem cultivadas pelo homem com auxílio de adubos e constante irrigação (OLIVEIRA et al., 2010).

A algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) foi introduzida no nordeste brasileiro há mais de 50 anos, onde facilmente adaptou-se e disseminou-se. É uma planta de grande rusticidade capaz de conviver com longos períodos de seca. Além disso, é durante o período de estiagem que a algaroba produz uma volumosa quantidade de vagens (frutos) que concentram grandes quantidades de nutrientes, constituindo-se assim, uma rica fonte de energia, com valor energético total semelhante ao milho (SILVA et al., 2001).

Seu uso se dá através da produção de madeira, carvão vegetal, estacas, álcool, melão, alimentação animal, apicultura, reflorestamento e atualmente aparece como uma possível fonte de alimento alternativo para o homem (SILVA et al., 2007). Na região nordeste do Brasil, em período de estiagem, as vagens de algaroba são uma das poucas fontes de alimento animal que se encontra disponível (BATISTA et al., 2007).

Alguns pesquisadores também estudam o aproveitamento das vagens de algaroba para utilização humana, e hoje, esses frutos já estão sendo utilizados para os mais variados fins, como: produção artesanal de cachaças e vinhos (SILVA, 2014; MUNIZ, 2009), produção de farinha para uso na alimentação humana (pães, bolos, biscoitos e doces) (SILVA, 2003; MUNIZ, 2009), produção de bioetanol (MUNIZ, 2009) e em especial para alimentação animal (SILVA, 2003; OLIVEIRA JÚNIOR, 2016).

Já existem também vários estudos sobre a utilização da algaroba na alimentação de bovinos, ovinos, suínos e aves sendo desenvolvidos com a finalidade de tornar viável a sua

introdução na produção de rações a fim de minimizar os custos com a criação animal (STEIN et al., 2005).

A secagem é um importante processo realizado na produção da farinha. Os principais objetivos que levam a utilização desse procedimento de desidratação em alimentos são a amplificação da vida de prateleira, a diminuição de custos de manuseios e o preparo para processamentos futuros (ROSA, 2010).

Nesse contexto, a utilização da algaroba na alimentação animal tem se tornado extremamente importante. Além disso, é de grande relevância que se intensifique a busca por outras formas de utilizações dessas algarobas, em especial para o uso humano, tendo em vista que esses frutos ainda são pouco utilizados mesmo existindo uma grande quantidade de algarobeiras e conseqüente uma grande produção de vagens. Nesta perspectiva, a elaboração de um produto farináceo a partir das vagens de algaroba para posterior utilização em produtos alimentícios, mostra-se como uma alternativa promissora, capaz de ampliar a vida útil desses frutos sem ocasionar grandes perdas em seu valor nutricional.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Obter produto farináceo originado das vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC), por diferentes métodos de secagem, para posterior utilização em produtos alimentícios.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar caracterização física e química de vagens de algaroba *in natura*;
- Produzir produto farináceo a partir da desidratação de vagens de algaroba, utilizando estufa de circulação de ar e forno de micro-ondas doméstico;
- Estudar formatos distintos de amostras a serem desidratadas em ambos os processos de secagem;
- Realizar caracterização física e química do produto farináceo obtido pelos dois processos de secagem;
- Comparar os métodos de secagem e o melhor tipo de corte de amostras que resultem em produto farináceo de melhor qualidade.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Algaroba

Pertencente à família Fabaceae (leguminosae), subfamília Mimosoideae, o gênero *Prosopis* apresenta em torno de 44 espécies e é originário da África Tropical, mas migrou-se para a América em épocas remotas quando os continentes ainda eram ligados (baseado na teoria da deriva continental) (SILVA et al., 2007; LIMA e SILVA, 1991).

Ainda que exista uma numerosa quantidade de espécies desta importante xerófila, no Brasil é cultivado somente a *P. juliflora* (Sw.) DC., espécie originária do deserto de Piura na região norte do Peru, que é conhecida popularmente como algarobeira, é uma das plantas mais difundidas e encontradas no nordeste brasileiro. Presume-se que atualmente existam cerca de 500 mil hectares ocupados por essa espécie, e em decorrência disso atualmente é uma das plantas presentes em maior quantidade na flora dessa região. (SILVA et al., 2003; FARIAS SOBRINHO, PAES e FURTADO, 2005; BATISTA et al., 2007; SILVA et al, 2007).

Figura 1 - Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC)



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Apesar de se proliferarem em imediações de rios, lagoas e açudes, as algarobas são capazes de crescer também em locais com pequena ou quase nenhuma quantidade de água,

onde raramente outras plantas conseguiriam sobreviver. Crescem rapidamente mesmo em terras de baixa fertilidade, suportando solos salinos e ácidos. A rusticidade e a resistência à falta de água oportunizam a essa espécie características peculiares que elucidam o fato de ter se ambientado e dissipado tão bem no nordeste brasileiro (SILVA et al, 2007; GUIM, 2006; FARIAS SOBRINHO, PAES E FURTADO, 2005).

Durante os longos períodos de estiagem, em virtude da falta de pasto, os criadores de animais são obrigados a buscar alternativas para alimentar os seus rebanhos. Algumas características dessa região como a falta d'água, a temperatura elevada e a baixa fertilidade do solo impossibilitam a sobrevivência de plantas providas de áreas com características opostas a essas, levando os agropecuaristas a procurarem alimentos alternativos que sejam capazes de substituir a utilização de suplementos alimentares com a finalidade de reduzir as despesas com a alimentação animal (OLIVEIRA, 2010).

É uma planta nativa do deserto de Piura, região norte do Peru e foi trazida para o Brasil no ano de 1942 com o propósito de arborizar regiões áridas e semiáridas para assim combater a desertificação e auxiliar na alimentação animal, em virtude de fornecer grande quantidade de frutos no período de menor volume de chuvas, sendo então uma possível alternativa para alimentação de rebanhos (ANDRADE, 2009; SILVA et al., 2003).

As algarobeiras podem ser encontradas por toda a região nordeste do Brasil, essas plantas tem a capacidade de se desenvolver desde em fazendas de interior até mesmo em praças de centros urbanos. Os frutos da algarobeira são uma excelente alternativa para auxiliar na alimentação de rebanhos e, ao cair das árvores, podem ser consumidos diretamente ou colhidos e armazenados. Contudo, há relatos que o consumo excessivo ou em regime de exclusividade pode acarretar tanto distúrbios alimentares como o desenvolvimento de uma doença conhecida como “cara torta” em bovinos e caprinos (BATISTA et al., 2006).

A algarobeira (Figura 1) é uma árvore espinhosa de tamanho médio que quando em estado adulto pode apresentar alturas entre 6 e 15 m, contém tronco curto, ramificado e tortuoso que pode atingir até 8m de comprimento e apresentar um diâmetro entre 40 e 80 cm, apresenta raízes longas e profundas que crescem rapidamente e conseqüentemente auxiliam na velocidade de crescimento dessa espécie, a copa dessa planta pode apresentar um diâmetro de 8 a 12 m e os frutos (Figura 2) oriundos da algarobeira, são vagens comumente de cor amareladas que apresentam grande quantidade de nutrientes, carboidratos e proteínas e podem chegar a dimensões de até 30 cm de comprimento e largura entre 1 e 2 cm (RIBASKI et al., 2009; FARIAS SOBRINHO, PAES e FURTADO, 2005; SILVA et al., 2003).

Segundo Silva et al. (2002), a região nordeste concentra toda a produção brasileira de vagem de algaroba, com uma média anual superior a 1 milhão de toneladas e um rendimento bruto do produto *in natura* superando 12 milhões de dólares, sendo que apenas uma pequena parte desta produção é designada para a produção da farinha integral de vagem de algaroba.

Nesta região, a algarobeira é tida como uma planta de múltiplas utilidades, sendo usada para os mais diversos fins, especialmente devido os seus frutos apresentarem elevada quantidade de carboidratos e proteínas. Na alimentação humana, as vagens são utilizadas principalmente na produção de farinha e melados, elaboração de cachaças, vinhos, café e rapadura, na substituição de alguns alimentos tradicionais como farinha de trigo para a fabricação de produtos alimentícios e na produção de bioetanol. Assim como as vagens, a sua madeira também é aproveitada, é uma madeira de boa durabilidade que pode ser utilizada como estacas para a construção de cercas, como mourões, como lenha e também na produção de carvão. Além disso, as vagens de algaroba ainda são utilizadas para a alimentação animal, no enriquecimento de rações e também na forma de forragem (RIBASKI et al., 2009; SILVA, 2014; MUNIZ, 2009; SILVA et al., 2003; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2016).

Figura 2 - Fruto (vagem) da Algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) DC)



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

As vagens de algaroba apresentam uma composição química variável de acordo com as condições em que a planta é cultivada (ALMEIDA et al., 2008). Silva et al. (2001), em

seus estudos determinou a umidade da vagem da algaroba natural entre 16 e 20% e a quantidade de cinzas de 3,75%. Almeida et al. (2006), observou em seus estudos valores médios de matéria seca, proteína bruta, fibras em detergente neutro e fibras em detergente ácido de aproximadamente 56,81%, 8,29%, 46,04% e 29,36% respectivamente. Silva (2009) em seus estudos investigou a composição química dos frutos da algaroba colhidos no município de Picuí, cidade localizada na região do Curimataú Paraibano, e obteve como resultados valores de umidade (13,05%), proteínas (9,16%), lipídeos (2,36%), minerais (3,58%), fibra bruta (13,43%), açúcares totais (49,69%), carboidratos (71,86%) e valor calórico total de 345,29 kcal/100g.

3.2 Secagem

Desde os tempos mais longínquos o homem denota a necessidade de secar grãos alimentícios a fim de aumentar o grau de conservação durante o seu armazenamento. Infere-se, desse modo, que ao longo do tempo sementes vêm sendo submetidas à secagem natural. A secagem solar, por exemplo, é bastante recorrente em países em desenvolvimento para a secagem de produtos agrícolas por fazendeiros rurais. A secagem de produtos agrícolas em terreiros de fazendas apresenta, no entanto, a desvantagem de colocar a qualidade do produto final em risco, isto quando as condições climáticas não são positivas, (ocorrência de chuvas, elevada umidade relativa do ar) o que irá ocasionar o desenvolvimento de microrganismos que podem promover fermentações indesejáveis (DANTAS, 2007).

A secagem compreende um processo importante e largamente utilizado pelo qual a água é retirada de uma matriz sólida, promovendo uma significativa diminuição da atividade bacteriana, esta que propicia a deterioração em alimentos. Os principais objetivos que justificam a utilização deste método em alimentos são, sobretudo, o prolongamento da vida útil de prateleira e a redução do volume dos mesmos, o que irá, conseqüentemente, favorecer a logística de transporte e armazenamento. Para melhorar a qualidade nutricional dos alimentos várias técnicas de processamento têm sido utilizadas, implicando no aumento da variedade de produtos por meio do aprimoramento do processamento de materiais frescos (FUMAGALLI, 2003 apud SILVA, 2016).

3.2.1 Secagem em Estufa de Circulação de Ar

A estufa de circulação de ar é o tipo de secador mais simples. É um aparelho usado para operações de secagem em pequena escala que pode ter espaço para 10, 20 ou até 30 recipientes com material para secagem. É o método mais utilizado para a determinação do teor de água em alimentos. Este método de secagem está baseado na retirada de água dos alimentos por aquecimento. A secagem com ar quente pode aumentar ou eliminar a atividade antioxidante dos vegetais dependendo da natureza ou do substrato (Vuataz et al., 2009; JORGE, 2014).

Como a condutividade térmica dos produtos alimentícios na maioria das vezes é baixa, é habitual demorar muito tempo para o calor chegar no interior dos alimentos levando algumas horas a temperaturas entre 100 e 105°C. Além disso, este método de secagem apresenta algumas desvantagens, por exemplo, baixa eficiência energética, longos tempos de secagem, alteração química do alimento, murchamento excessivo e erros experimentais, principalmente na estação chuvosa (GARCIA, VENDRUSCOLO e SILVA, 2014).

A secagem em estufa de circulação de ar possibilita a redução da quantidade de água existente nos alimentos, ocasionando um declínio na atividade de água e promovendo menor susceptibilidade a ação de bactérias e, conseqüentemente, uma maior inibição química, tendo em vista que a insuficiência de água prejudica e retarda a proliferação de microrganismos (ROSA, 2010).

Alguns estudos relatam que quando a temperatura do processo de secagem é elevada, a qualidade do alimento é modificada. As relações entre processo e qualidade pode ser a base sólida do aperfeiçoamento dos métodos existentes com novos métodos de desidratação (JORGE, 2014).

3.2.2 Secagem em Forno de Micro-ondas (FMO)

Um aparelho de forno micro-ondas (FMO) é um sistema de aplicação de energia que é composto basicamente por componentes de geração dessa energia em uma determinada frequência que é conduzida até um material responsável pela emissão dessas ondas, no qual a potência pode ser dissipada no produto a ser aquecido. A radiação é um tipo de energia que se propaga como uma onda eletromagnética através de objetos, podendo apresentar fenômenos de reflexão, transmissão e absorção. No que se refere ao espectro eletromagnético, a radiação de micro-ondas é caracterizada pelo intervalo de frequências entre 300MHz e 300GHz, de

modo que as micro-ondas são refletidas por superfícies metálicas (bons condutores) e refratadas por materiais dielétricos (pouco condutores) (PEREIRA, 2007).

O aquecimento pelas micro-ondas ocorre, primeiramente, em decorrência da interação de ondas com moléculas polarizadas ou íons livres. Os alimentos que contêm água (molécula com dipolo) e outras moléculas polares em sua composição são, em vista disto, bons absorventes das radiações micro-ondas, de forma que quando o alimento é submetido às micro-ondas, as moléculas dipolares, como a água, passam uma rápida rotação que as alinham com o campo eletromagnético alternante. Fricções intra e intermoleculares são geradas em decorrência destas oscilações moleculares, resultando na produção de calor. Isto posto, no aquecimento pelas micro-ondas o calor é gerado dentro do alimento, promovendo um rápido e uniforme aquecimento de todo o material (OLIVEIRA, 1993).

Os aspectos que atuam no aquecimento pelas micro-ondas são: a) tamanho, forma, uniformidade, composição, temperatura e umidade do produto; b) frequência de atenuação de micro-ondas (capacidade de penetração aumenta em decorrência da diminuição na frequência); c) atributos operacionais do equipamento e o meio da propagação de ondas (MERMELSTEIN, 1989 apud GONÇALVES, 2007).

A secagem de forno de micro-ondas, por sua vez, é um procedimento bastante empregado atualmente, dada à fácil acessibilidade ao equipamento bem como às inúmeras vantagens da utilização da sua energia em processos de aquecimento e secagem. Segundo Rosa (2010), entre as vantagens mais proeminentes deste método estão o aquecimento do material de maneira homogênea, a eficiência na conversão de energia, diminuição do tempo e espaço necessários, rapidez e facilidade no controle do processo e, como resultado, uma elevação na qualidade do produto final.

No que se refere ao material vegetal, a secagem por FMO produz calor no seu interior, o que irá ocasionar, conseqüentemente, temperaturas mais elevadas do interior até a superfície, aumentando assim o tempo de secagem e reduzindo a contaminação por bactérias, de modo que, sem influenciar na composição química do material vegetal, aparência e qualidade dos produtos serão significativamente melhoradas (ROCHA et al., 2011).

3.3 Elaboração de produtos farináceos

Pereira et al. (2005), estudaram a viabilidade da utilização do resíduo gerado pela produção de batata cozida (*Solanum tuberosum* L.) a vapor na elaboração de biscoitos. Para a elaboração da farinha, o rejeito foi autoclavado a 121 °C por 20 min e depois seco em estufa

de circulação de ar, por 48 h em temperatura de 50 °C, em seguida foi moído em moinho de martelo e peneirado em peneiras de 80 mesh. Os resultados encontrados mostraram que os parâmetros físico-químicos apresentados pela farinha do resíduo foram similares aos encontrados para a farinha de batata, com exceção da quantidade de proteínas, superior em 20% e lipídeos, inferior em 71,4%.

Moraes et al. (2013), estudaram a utilização de diferentes proporções de farinha de linhaça (*Linum usitatissimum*) na elaboração de bolos e em seguida avaliaram o índice de peroxidação e a aceitabilidade por consumidores. Para a obtenção da farinha de linhaça, as sementes foram submetidas a três diferentes condições de secagem. Secagem em forno convencional a temperatura de 120 °C por 15 min e em temperatura de 150 °C por 10 min e FMO por 2 min, na potência de 70%. Após a secagem as sementes foram submetidas à trituração em liquidificador doméstico. O resultado da avaliação demonstrou que a farinha obtida a partir do FMO, apresentou maior peroxidação de lipídios do que as obtidas em forno convencional. Para a elaboração do bolo utilizaram a farinha submetida ao tratamento térmico a 150 °C, que apesar de não diferir da farinha submetida a 120 °C, apresentou característica física mais eficiente para manuseio na homogeneização da preparação. Dessa maneira, os autores concluíram que a secagem em forno convencional foi mais eficiente para a obtenção de farinha com menor índice de peroxidação.

Ferreira et al. (2012), trabalharam na produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) em biscoitos tipo cookie, bem como estudar a aceitabilidade do produto através de análise sensorial. Para elaboração da farinha, as cascas da jaboticaba foram submetidas à secagem de 12 h à temperatura de 60 ± 5 °C, em estufa de circulação de ar forçada, após a secagem foram trituradas e peneiradas. Os resultados evidenciaram um alto teor de fibras na farinha da casca de jaboticaba, atendendo em torno de 61 % da quantidade que deve ser ingerida por um adulto diariamente. Ademais, o biscoito cookie produzido com o acréscimo de 5 % de farinha de jaboticaba obteve uma aceitabilidade de 79 % dos provadores.

Silva, Barbosa Junior e Barbosa (2015), realizaram revisão bibliográfica sobre a farinha de banana (*Musa* sp.) verde (FBV) como ingrediente funcional em produtos alimentícios, visando analisar os principais métodos de obtenção, seus efeitos sobre a qualidade físico-química, sensorial e funcional das farinhas obtidas e o potencial de uso na elaboração de produtos alimentícios. Os resultados demonstraram que a composição química média encontrada foi 3,2 % de proteína bruta, 1,3 % de lipídeos, 3,7 % de cinzas, 8,9 % de fibra em detergente neutro, 3,8 % fibra em detergente ácido, açúcares solúveis de 2,8 %, e

amido 70,0 % e polissacarídeos não amiláceos 12,0 %. Além disso, a literatura analisada sugeriu que a farinha de banana verde apresenta propriedades que lhe conferem um grande potencial na indústria de alimentos, principalmente por não apresentarem diferenças significativas na aceitação sensorial em comparação a outras farinhas. A utilização da FBV proporciona um aumento das propriedades funcionais dos alimentos, em virtude da elevação no teor de amido resistente, compostos fenólicos e da atividade antioxidante. A FBV ainda é capaz de reduzir o teor de hidrólise do amido digerível e, por consequência disso, reduzir o índice glicêmico dos produtos, favorecendo a utilização desse produto em dietas de indivíduos diabéticos e obesos.

Rodrigues et al. (2011), estudaram a produção, caracterização e avaliação da viabilidade da produção de farinha elaborada a partir da polpa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*). Para a elaboração da farinha, foi realizada a secagem em estufa de circulação de ar à temperatura de 55 °C por 48 h, após a secagem o yacon foi triturado em um moedor do tipo cutter e depois em um multiprocessador. Os resultados mostraram que a farinha apresentou um teor de água de 6,9 %, que está dentro dos padrões exigidos pelo Ministério da Saúde e um elevado teor de fibra alimentar, especialmente na fração solúvel. As condições de processamento utilizadas neste estudo permitiram obter uma farinha com rendimento de 9 %.

Clemente et al. (2012), trabalharam na caracterização da farinha de resíduos do processamento de laranja (*Citrus sinensis*) com objetivo de analisar as propriedades físicas e químicas da farinha proveniente desse material. A produção da farinha foi feita a partir da secagem em estufa dos resíduos da laranja numa temperatura de 60°C até o peso das amostras ficarem constantes, que em seguidas foram triturados e peneirados resultando numa farinha fina com granulação de 30 mesh. Como resultados das análises foram observados os valores de pH (4,44), sólidos solúveis (38,5), umidade (0,96%), proteínas (11,08%), fibras (7,17%), entre outros, chegando a conclusão de que a farinha dos resíduos da laranja possui boa qualidade nutricional, com quantidade elevada de proteínas e fibras, além de ser um material de ótimo potencial para ser utilizado no enriquecimento de alimentos como biscoitos, pães e bolos.

Ishimoto et al. (2007), estudaram o aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. var. *flavicarpa* Deg.) para produção de biscoitos com o intuito de agregar valor a esse resíduo e melhorar as qualidades nutricionais do biscoito através do aumento do teor de fibras. Para isso, foi realizada a produção da farinha da casca do maracujá. A elaboração da farinha se deu por meio da maceração das cascas, que em seguida foram submetidas a secagem em estufa de circulação de ar 70°C durante 12h. Após a secagem, as

amostras foram trituradas em liquidificador industrial e, em seguida, em um processador de carne para obtenção de uma farinha com menor granulação. Os resultados encontrados para a caracterização físico-química foram 26,29%, 7,35% e 7,38% quanto aos parâmetros de fibra bruta, umidade e cinzas respectivamente. Concluiu-se então, que farinha obtida apresentou elevada quantidade de fibras e que a casca de maracujá pode ser aproveitada na indústria de panificação e para enriquecer a qualidade nutricional de outros produtos.

Alguns pesquisadores também tem estudado a elaboração de farinhas das vagens da algarobeira (*P. juliflora* (Sw.) DC), principalmente a composição química desses frutos. Na Tabela 1 estão citados os resultados obtidos através das pesquisas de Silva (2009), Almeida et al. (2003) e Muniz et al. (2014). Os valores observados para o teor de água das vagens variam entre 6,30 e 7,91%, os resíduos minerais fixos apresentam valores entre 2,51 e 3,70%, proteína bruta variando entre 6,69 e 9,13%, valores de matéria seca próximos a 97%, quantidade de carboidratos de aproximadamente 80% e um valor energético total próximo a 360 kcal/100g.

Tabela 1 - Composição química de farinhas de algaroba encontradas na literatura

	Silva (2009)	Almeida et al. (2003)	Muniz et al. (2014)
Teor de água (%)	7,91	7,05	6,30
Resíduo mineral fixo (%)	2,51	3,70	2,38
Fibras (%)	-	14,95	-
Lipídeos (%)	1,44	-	3,11
Gordura bruta (%)	-	1,55	5,59
Proteína bruta (%)	6,69	9,13	7,84
Carboidratos (%)	78,97	-	-
Matéria orgânica (%)	-	96,31	96,95
Matéria seca (%)	-	92,95	93,70
Acidez total (%)	8,85	-	6,70
pH	-	-	4,74
Valor energético (kcal/100g)	355,59	-	-

Fonte: Adaptado de Silva (2009), Almeida et al. (2003) e Muniz et al. (2014).

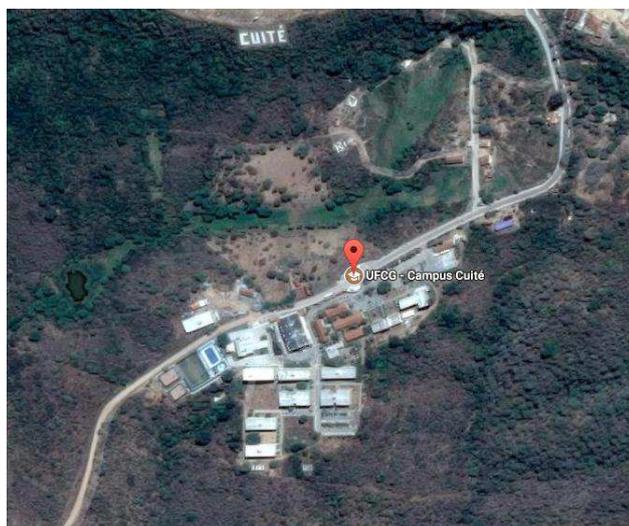
4. METODOLOGIA

As atividades foram realizadas no Laboratório de Bioquímica e Biotecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde (UFCG/CES).

4.1 Local de coleta

As vagens de algaroba (*P. juliflora* (Sw) DC) utilizadas na pesquisa foram adquiridas a partir da colheita em árvores adultas dos jardins da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, campus Cuité, na região do Curimataú Paraibano, com localização 6°29'38.1" Sul, 36°09'31.9" Oeste (Figura 3).

Figura 3 - Imagem via satélite da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Cuité – PB.



Fonte: Google Maps, 2017.

As coletas foram realizadas no mês de novembro do ano de 2016 e não foram adotados critérios de escolha quanto à cor ou forma das vagens de algaroba. Foram utilizados os frutos que visualmente apresentaram aspecto saudável, firme, que tinham atingido estado de maturação e estavam isentos de manchas, infestações por pragas, atrofiamento, danos mecânicos, presença de fungos e demais sujidades.

Inicialmente os frutos foram higienizados, sendo colocados em solução clorada (200 ppm) por 5 min, e em seguida lavados em água corrente.

Foram escolhidos formatos distintos de amostras a serem desidratadas com a intenção de se verificar como a diferença na distribuição do aquecimento afetaria no produto final da secagem (ROSA, 2010).

Os formatos das amostras que foram adotados neste estudo foram de três tipos:

- Vagem inteira, selecionando tamanhos de aproximadamente 10,0 cm de comprimento (Figura 4A);
- Vagem cortada manualmente em pedaços de aproximadamente de 2,0 cm de comprimento (Figura 4B);
- Vagem triturada com auxílio de liquidificador industrial, tipo basculante, com velocidade 3480 rpm (Figura 4C).

Figura 4 - Tipos de formatos das amostras adotados para a secagem. A) vagem inteira
B) vagem cortada manualmente C) vagem triturada



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

4.2 Caracterização física e química

Todas as análises descritas a seguir foram realizadas em triplicatas, e os resultados apresentados como média aritmética dos valores obtidos, com seu respectivo desvio padrão, calculado com o software gráfico para análise de dados e estatística OriginPro 8.0.

4.2.1 Determinação do Teor de Água

O teor de água (TA) foi determinado seguindo-se a metodologia adotada por IAL (2008), com os resultados expressos em percentagem (%). Este método está baseado na determinação de perda de peso do produto submetido ao aquecimento por 24 h a 100 °C.

4.2.2 Determinação da Atividade de Água

A atividade de água (a_w) das amostras foi determinada numa temperatura de $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ com a utilização do equipamento AquaLab Dew Point Serie 4, pertencente ao Laboratório de Bromatologia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CES/UAE).

4.2.3 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada conforme metodologia adotada pelo IAL (2008) e determinado através de medidas potenciométricas do líquido sobrenadante. Para essa determinação foram utilizados 5,00 g de amostra e 50 mL de água destilada.

4.2.4 Determinação de Sólidos Solúveis Totais

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por leitura direta em refratômetro, com os resultados expressos em $^\circ\text{Brix}$ (g/100g), conforme metodologia descrita por (IAL, 2008).

4.2.5 Determinação do Resíduo Mineral Fixo

O método está baseado na determinação da perda de peso do material submetido à queima em temperatura de 550°C . O percentual de cinzas ou resíduo mineral fixo (RMF) na amostra foi determinado utilizando-se metodologia adotada por IAL (2008).

4.2.6 Determinação de Proteína Bruta

A determinação do percentual de proteína bruta (PB) foi realizada através do método semi-micro Kjeldahl, conforme metodologia adotada por Tedesco et al. (1995). O método Kjeldahl determina a matéria nitrogenada total de uma amostra. A base do processo é o deslocamento do nitrogênio presente na amostra, transformando-se em sal amoniacal. Em seguida, do sal obtido, desloca-se o amônio recebendo-o sobre a solução ácida de volume e título conhecidos. Por titulação de retorno, determina-se a quantidade de nitrogênio que lhe deu origem. O fator de conversão utilizado foi 6,25.

4.2.7 Determinação de Minerais

Os minerais foram identificados e quantificados por Espectrômetro de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva, o equipamento utilizado foi o Shimadzu EDX-7000 (EDX). As amostras na forma de pó foram colocadas em cubetas coberta por um filme de polipropileno de $5\ \mu\text{m}$ de espessura e posteriormente, submetidas a vácuo. Foram utilizadas as

seguintes condições de operação do equipamento, tensão do tubo de 15 keV (Na a Sc) e 50 keV (Ti a U) e com um colimador de 10 mm, com um detector de estado-sólido Si (Li).

4.2.8 Cor

Os parâmetros de cor foram determinadas utilizando-se o espectrofotômetro Mini Scan Hunter Lab XE Plus (modelo 4500 L), no sistema de cor Cielab, com iluminante D65, ângulo de observação de 10 °C e calibrado com placa padrão branca (X=80,5; Y=85,3; Z=90,0). Os seguintes parâmetros foram determinados: luminosidade ($L^* = 0$ – preto; e $L^* = 100$ – branco); a^* = transição da cor verde ($-a^*$) para o vermelho ($+a^*$); e b^* = transição da cor azul ($-b^*$) para a cor amarela ($+b^*$).

A partir destes valores, calcularam-se os valores de cromaticidade (C^*) (Equação 1).

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0,5} \quad (1)$$

4.3 Secagem para obtenção do produto farináceo

Para a secagem das vagens de algaroba adotou-se neste trabalho a utilização de estufa de circulação de ar e forno de micro-ondas doméstico, com o intuito de avaliar qual método oferece os menores teores de água e atividade de água concomitantemente a melhor aparência final do produto.

Para a secagem convectiva foi utilizada uma estufa de circulação de ar, da marca American Lab, modelo AL 102/480 (Figura 5), utilizando-se bandejas circulares de alumínio, com 24,0 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura, revestidas com papel manteiga. Nesse processo adotaram-se as condições de secagem obtidas por Silva (2012) e Nascimento (2015), que estudaram a cinética de secagem em estufa para vagens de algaroba, obtendo-se como melhores valores de temperatura de 60°C e tempo de 660 min.

Figura 5 - Estufa de circulação de ar utilizada no processo de secagem.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Também foi utilizado um forno de micro-ondas doméstico da marca Electrolux, modelo MEF 28, com tensão de alimentação de 220 V, capacidade de 18 L, potência máxima 700 W e frequência de 2450 MHz (Figura 6).

Figura 6 - Forno de micro-ondas Electrolux, utilizado no processo de secagem.



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

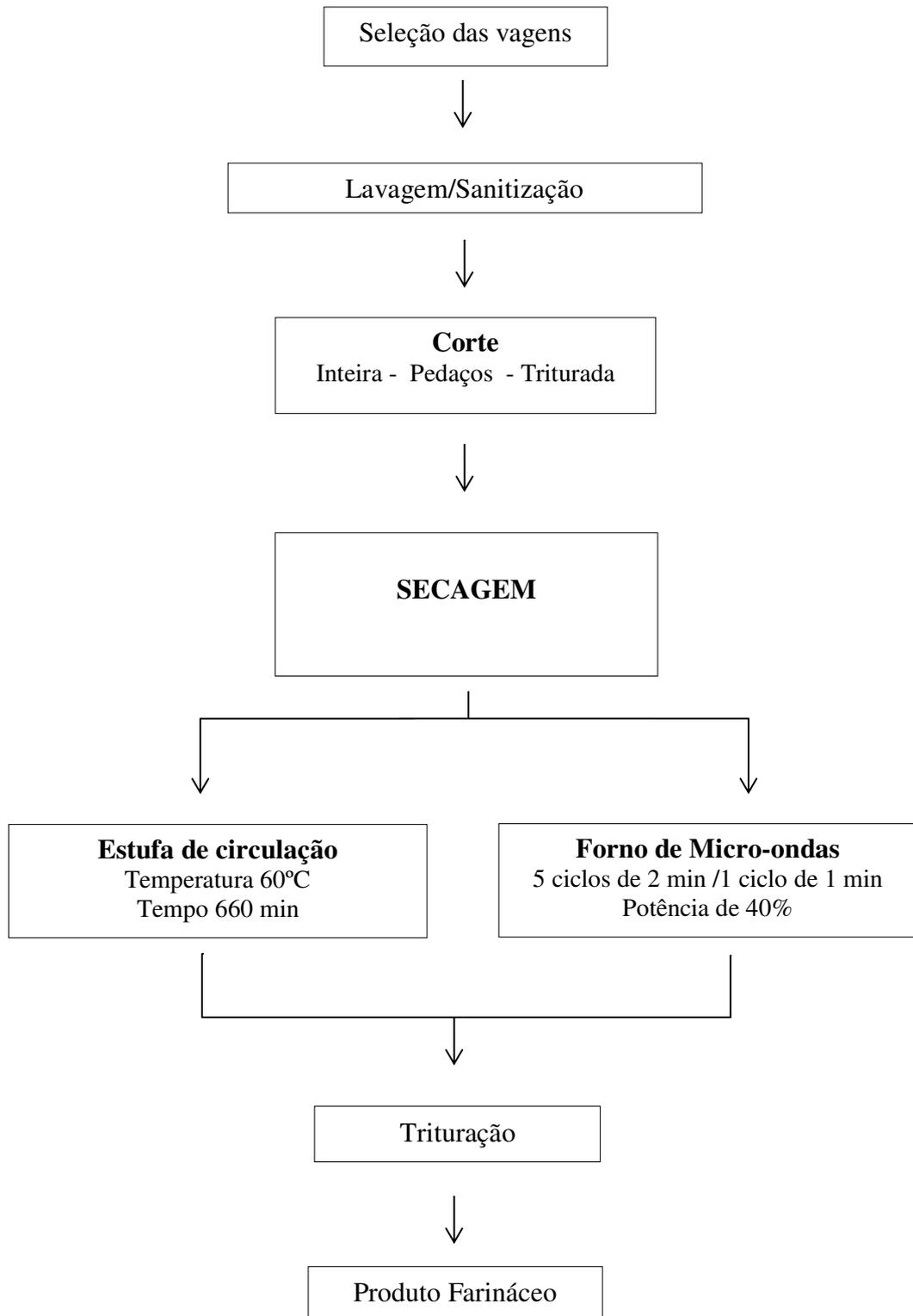
Os critérios utilizados para se estabelecer a rampa de aquecimento adotada neste trabalho para os três tipos de cortes adotados foram baseados no trabalho realizado por Costa et al., (2016), que secaram 50 g de amostra de vagens de algaroba trituradas, em 5 ciclos de 2 minutos e 1 ciclo de 1 minuto, totalizando um tempo de 11 minutos, utilizando potência de 40%.

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 béqueres de polipropileno, pois não absorvem significativamente energia de micro-ondas 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 (COSTA et al., 2016). 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 as secagens todo material obtido nos dois processos foi triturado em moinho de facas, Willye, Star FT 48/I, acondicionados a vácuo em sacos plásticos e armazenados à temperatura ambiente, por curto período de tempo, para em seguida ser realizado a caracterização física e química do produto farináceo (Teor de Água, Atividade de Água, pH, Sólidos Solúveis Totais, Resíduo Mineral Fixo, Proteína Bruta e Cor) conforme métodos descritos anteriormente no item 4.2.

Na Figura 7 tem-se um esquema que representa as etapas realizadas para a obtenção dos produtos farináceos.

Figura 7 - Esquema de elaboração de produto farináceo a partir de vagens de algaroba

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

4.4 Comparação entre métodos de secagem e tipos de cortes das vagens de algaroba

Os resultados das análises físicas e químicas dos produtos farináceos obtidos pela secagem dos três tipos de corte das vagens e diferentes métodos de secagens foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com significância de 5% de probabilidade com o auxílio do software estatístico ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2009).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. As vagens de algaroba *in natura*

A potencialidade do aproveitamento das vagens da algarobeira para o processamento e produção de alimentos depende, principalmente, de suas propriedades físico-químicas, a análise dessas características nos frutos de algaroba *in natura*, nos direciona a desenvolver técnicas de processamento para uma melhor utilização dessa matéria-prima. A partir daí, foi realizada a caracterização físico-química das vagens de algaroba *in natura*, e os dados obtidos através dessas análises estão expressas na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização física e química de vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) *in natura*

	Vagens de Algaroba <i>in natura</i>
Teor de água (%)	11,95 ± 0,11
Resíduo mineral fixo (%)	2,48 ± 0,02
pH	5,83 ± 0,06
Sólidos solúveis totais (°Brix)	8,93 ± 0,81
Proteína bruta (%)	6,27 ± 0,00
Luminosidade (L*)	59,28 ± 0,17
Intensidade de verde (-a*)	6,06 ± 0,05
Intensidade de amarelo (-b*)	33,70 ± 0,32
Cromaticidade (C*)	34,24 ± 0,30

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

As vagens de algaroba *in natura* apresentaram em sua composição teor de água de 11,95 %, resíduo mineral fixo de 2,48 %, pH de 5,83, sólidos solúveis totais de 8,93 °Brix, proteína bruta de 6,27% e valores de luminosidade, intensidade de verde, intensidade de amarelo e cromaticidade que apontam para uma coloração amarelada, característica própria desses frutos quando em estado natural de maturação.

Alguns estudos desenvolvidos com vagem de algaroba *in natura* encontraram valores de teores de água próximos a 15 % (COSTA et al., 2016). Silva et al. (2001) e Silva (2009) encontraram valores de 16 e 13,05%, respectivamente.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados obtidos para quantidade em percentagem dos minerais presentes na composição da algaroba *in natura*.

Tabela 3 - Constituintes minerais das vagens de algaroba (*P. juliflora* (Sw) DC) *in natura*

	Minerais (%)							
	K	Ca	Fe	Mg	P	Mn	Zn	Cl
Algaroba	48,52	24,18	0,56	4,73	9,11	0,23	0,19	10,79

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Analisando os valores de minerais encontrados para os frutos *in natura* da algarobeira, observa-se que potássio, cálcio e fósforo foram, respectivamente, os minerais que se apresentaram em maior quantidade. Pode-se destacar também que a quantidade de ferro presente na composição da algaroba, uma vez que para o uso na alimentação humana essa quantia é considerada uma porção relativamente alta, o que é benéfico ao produto final.

5.2. Produtos farináceos obtidos por secagem em FMO

A caracterização físico-química (TA, RMF, pH, SST, PB, a_w , L^* , $-a^*$, $-b^*$ e C^*) dos produtos farináceos obtidos através da secagem em FMO encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Caracterização física e química do produto farináceo de vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC), para os três tipos de cortes, obtido por secagem em forno de micro-ondas.

	Inteira	Cortada	Triturada
Teor de água (%)	8,55 ± 0,50 ^a	6,94 ± 0,27 ^b	7,29 ± 0,24 ^b
Resíduo mineral fixo (%)	2,91 ± 0,13 ^a	2,92 ± 0,06 ^a	2,87 ± 0,20 ^a
pH	5,92 ± 0,00 ^b	5,92 ± 0,01 ^b	5,99 ± 0,00 ^a
Sólidos solúveis totais (°Brix)	12,66 ± 0,23 ^a	10,13 ± 0,23 ^c	11,40 ± 0,35 ^b
Proteína bruta (%)	8,02 ± 0,39 ^b	9,77 ± 0,88 ^a	9,72 ± 0,37 ^a
Atividade de água (a _w)	0,315 ± 0,001 ^a	0,283 ± 0,001 ^c	0,295 ± 0,001 ^b
Luminosidade (L*)	57,58 ± 0,35 ^a	40,38 ± 0,05 ^c	43,54 ± 0,22 ^b
Intensidade de verde (-a*)	8,25 ± 0,11 ^c	11,60 ± 0,04 ^a	10,95 ± 0,12 ^b
Intensidade de amarelo (-b*)	35,25 ± 0,63 ^a	27,75 ± 0,15 ^c	28,72 ± 0,45 ^b
Cromaticidade (C*)	36,21 ± 0,59 ^a	30,08 ± 0,14 ^b	30,74 ± 0,38 ^b

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Os resultados encontrados para a composição química dos produtos farináceos obtidos em FMO pelos diferentes tipos de cortes nos mostram que os teores de água observados foram de 8,55, 6,94 e 7,29% para as farinhas elaboradas a partir da secagem das vagens inteiras, cortadas e trituradas, respectivamente. O teor de água encontrado para o produto farináceo das vagens inteiras difere significativamente, ao nível de 5 % de probabilidade pelo Teste de Tukey, dos teores encontrados para os produtos farináceos elaborados a partir dos demais cortes. No entanto, apesar da variação, estes valores estão de acordo com a RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005 da ANVISA que aprova o Regulamento Técnico de no máximo de 15 % de teor de água para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos.

Os valores de resíduos minerais fixos observados para as farinhas obtidas pelos diferentes tipos de corte, inteira (2,91 %), cortada (2,92 %) e triturada (2,87 %), não apresentaram variação estatística significativa.

Avaliando os resultados dos testes de pH dos produtos farináceos neste experimento observa-se que os valores encontrados para as farinhas das vagens inteiras (5,92) e cortadas (5,92) variam significativamente do valor achado para a farinha das vagens trituradas (5,99). Entretanto, os resultados observados encontram-se próximos a 6,0, o que é benéfico ao produto final, tendo vista que a acidez minimiza a deterioração ou adulteração de um

alimento, e o recomendável é que seus valores devam ser sempre relativamente baixos (CECCHI, 2003).

Quanto aos sólidos solúveis totais foram observados 12,66; 10,13 e 11,40 °Brix para os diferentes tipos de formatos, inteira, cortada e triturada, respectivamente. Podemos perceber que esses valores variam significativamente entre si, quando submetidos ao Teste de Tukey. Observa-se também que houve aumento nos valores obtidos pelos produtos farináceos quando comparado ao valor de 8,93 °Brix encontrado para as vagens *in natura* (Tabela 2), esse aumento provavelmente está relacionado com o teor de água presente nas amostras, pois há uma maior diluição dos compostos solúveis em um meio com maior quantidade de água.

Comparando os parâmetros analisados de teores de proteínas bruta encontrados para os produtos farináceos obtidos por FMO (8,02, 9,77 e 9,72%), respectivamente dos tipos inteira, cortada e triturada das vagens de algaroba, percebe-se que os teores variaram significativamente. Observa-se ainda, que a secagem proporcionou maior valor proteico quando comparada a vagem de algaroba *in natura* (6,27%). Segundo Silva (2002) a variação da composição química da algaroba é variável, dependendo do local onde é produzida. Almeida et al. (2003), estudando esta mesma cultivar, encontraram valores médios de 9,13% em farinha de algaroba, indicando valores próximos aos encontrados neste estudo.

Os valores de atividade de água obtidos para os produtos elaborados a partir das vagens inteiras (0,315), cortadas (0,283) e trituradas (0,295) diferem significativamente ao nível de 5 % de probabilidade quando submetidas ao Teste de Tukey, com menor atividade de água para o produto das vagens cortadas.

Os resultados de luminosidade, intensidade de verde, intensidade de amarelo e cromaticidade indicam coloração marrom claro, cor característica de alimentos integrais encontrados nas prateleiras de supermercados, diferente das vagens de algaroba *in natura*, como podemos observar na Figura 8. Também se verificou que nenhum dos tipos de formatos estudados resultou em amostras queimadas. Os valores encontrados para esses parâmetros variam significativamente nos diferentes tipos de cortes (inteira, cortada e triturada).

Figura 8 - Produto farináceo obtido por secagem de vagens de algaroba em FMO A) vagens inteiras B) vagens cortadas C) vagens trituradas



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Avaliando os cortes separadamente observa-se que o produto farináceo com os melhores resultados é o elaborado a partir das vagens cortadas, pois apresentou menor teor de água (6,94 %) e maior quantidade de proteína bruta (9,77 %).

5.3. Produtos farináceos obtidos por secagem em estufa de circulação de ar

A caracterização físico-química (TA, RMF, pH, SST, PB, a_w , L^* , $-a^*$, $-b^*$ e C^*) dos produtos farináceos obtidos através da secagem em estufa de circulação de ar encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5 - Caracterização física e química do produto farináceo de vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC), para os três tipos de cortes, obtido por secagem em estufa de circulação de ar.

	Inteira	Cortada	Triturada
Teor de água (%)	6,87 ± 0,17 ^b	8,66 ± 0,72 ^a	8,86 ± 0,30 ^a
Resíduo mineral fixo (%)	3,66 ± 0,10 ^a	3,56 ± 0,06 ^a	3,49 ± 0,06 ^a
pH	5,82 ± 0,01 ^c	5,88 ± 0,01 ^a	5,86 ± 0,01 ^b
Sólidos solúveis totais (°Brix)	14,53 ± 0,64 ^{ab}	12,70 ± 2,08 ^b	15,86 ± 0,12 ^a
Proteína bruta (%)	7,87 ± 0,15 ^a	7,96 ± 0,17 ^a	7,77 ± 0,17 ^a
Atividade de água (a _w)	0,277 ± 0,003 ^c	0,300 ± 0,001 ^b	0,319 ± 0,000 ^a
Luminosidade (L*)	60,73 ± 0,03 ^b	64,66 ± 0,77 ^a	65,14 ± 0,47 ^a
Intensidade de verde (-a*)	5,97 ± 0,05 ^a	5,42 ± 0,22 ^b	4,44 ± 0,17 ^c
Intensidade de amarelo (-b*)	33,51 ± 0,09 ^a	34,45 ± 1,28 ^a	34,56 ± 0,81 ^a
Cromaticidade (C*)	34,04 ± 0,09 ^a	34,88 ± 1,23 ^a	34,85 ± 0,78 ^a

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Observando-se os resultados encontrados para os produtos farináceos elaborados a partir da secagem em estufa de circulação de ar, verifica-se que as amostras dos diferentes tipos de corte (inteira 6,87, cortada 8,66 e triturada 8,86 %) apresentaram baixos teores de água. No entanto, os teores de água das farinhas produzidas a partir das amostras cortadas e trituradas diferem significativamente do teor de água da farinha das vagens inteiras. Ademais, estes valores estão de acordo com a RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005 da ANVISA que aprova o Regulamento Técnico de no máximo 15% de umidade para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelo. Segundo Fertoni (2006), o baixo teor de água presente em produtos farináceos confere ao produto uma melhor estabilidade física e química e microbiológica desde que seja estocado adequadamente.

Os valores médios do percentual de resíduos mineral fixo apresentado pelos produtos farináceos a partir das vagens de algaroba foram 3,66, 3,56 e 3,49 % para os diferentes tipos de formatos (inteira, cortada e triturada), respectivamente. Estes resultados não variam significativamente entre si e corroboram com os valores encontrados por Silva et al., (2007) que também analisaram a caracterização físico-química da farinha de algaroba.

Tendo em vista os efeitos tóxicos sofridos pelos microrganismos, quando estão num pH desfavorável, isto é, em um meio ácido, podemos constatar que os valores de pH

verificado nesta pesquisa, para as vagens inteiras 5,82, cortadas 5,88 e trituradas 5,86 são benéficos ao produto final, pois promovem uma maior vida de prateleira para o produto farináceo. Ao analisar as médias pelo Teste de Tukey observa-se que os resultados de pH variam significativamente entre os três tipos de cortes.

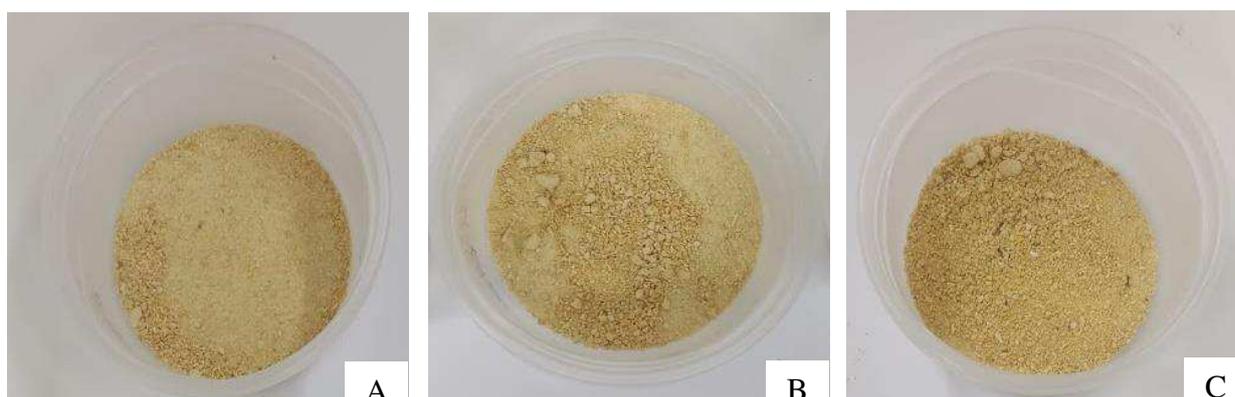
Quanto aos valores de sólidos solúveis totais (inteira 14,53, cortada 12,70 e triturada 5,86 °Brix) observa-se um aumento nos valores médios quando comparados às vagens de algaroba *in natura* e aos produtos farináceos elaborados por secagem em FMO. Segundo CHITARRA & CHITARRA (1990) os valores de SST são utilizados com medida indireta do teor de açúcares, podendo variar de 2 a 25% a depender da espécie, estádios de maturação e do clima. Os resultados dos sólidos solúveis totais obtidos para as farinhas produzidas por secagem em estufa variam significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Com relação aos valores de proteína bruta, foram encontrados valores médios de 7,87, 7,96 e 7,77% para os produtos farináceos produzidos por meio das vagens inteiras, cortadas e trituradas, respectivamente. Muniz (2009), estudando esta mesma cultivar, encontrou valores médios de 7,84% em farinha de algaroba, indicando valores próximos aos encontrados neste estudo.

Os dados de atividade de água encontrados variam significativamente entre si e foram semelhantes aos dos produtos oriundos da secagem em FMO, com médias de 0,277 para as vagens inteiras, 0,300 para as vagens cortadas e 0,319 para as vagens trituradas, tendo menor atividade de água na farinha produzida a partir das vagens inteiras.

Quanto os resultados de luminosidade, intensidade de verde, intensidade de amarelo e cromaticidade observa-se que os valores apontam para um produto de coloração amarelada com tonalidade próxima a das vagens de algaroba *in natura* como se pode observar na Figura 9.

Figura 9 - Produto farináceo obtido por secagem de vagens de algaroba em estufa de circulação A) vagens inteiras B) vagens cortadas C) vagens trituradas



Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

5.4. Comparação entre os métodos de secagem

O produto farináceo obtido através da secagem das vagens cortadas foi escolhido para essa comparação por ter sido o corte com os melhores resultados dentre os produtos elaborados pela secagem em FMO. Dessa forma, foram submetidas ao Teste de Tukey para analisar a variância e comparação dos valores médios das farinhas produzidas a partir das vagens cortadas por secagem em FMO e estufa de circulação de ar.

Tabela 6 – Comparação entre o melhor corte das vagens de algaroba de cada método de secagem para obtenção de produto farináceo

	Cortada	
	FMO	Estufa
Teor de água (%)	6,94 ± 0,27 ^b	8,66 ± 0,72 ^a
Resíduo mineral fixo (%)	2,92 ± 0,06 ^b	3,56 ± 0,06 ^a
pH	5,92 ± 0,01 ^a	5,88 ± 0,01 ^b
Sólidos solúveis totais (°Brix)	10,13 ± 0,23 ^a	12,70 ± 2,08 ^a
Proteína bruta (%)	9,77 ± 0,88 ^a	7,96 ± 0,17 ^b
Atividade de água	0,283 ± 0,001 ^b	0,300 ± 0,001 ^a
Luminosidade (L*)	40,38 ± 0,05 ^b	64,66 ± 0,77 ^a
Intensidade de verde (-a*)	11,60 ± 0,04 ^a	5,42 ± 0,22 ^b
Intensidade de amarelo (-b*)	27,75 ± 0,15 ^b	34,45 ± 1,28 ^a
Cromaticidade (C*)	30,08 ± 0,14 ^b	34,88 ± 1,23 ^a

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Observando-se os resultados encontrados para os produtos farináceos elaborados a partir da secagem em FMO e estufa de circulação de ar, (Tabela 6) verifica-se que as amostras desidratadas em FMO apresentaram menor teor de água, acompanhado de menor valor de atividade de água e também os maiores valores de proteína bruta.

A obtenção do produto farináceo a partir das vagens de algaroba em FMO mostrou-se um método rápido, seguro, preciso, acessível e barato, o que tem grande relevância nos processos de comercialização, armazenamento e processamento.

6. CONCLUSÃO

Os produtos farináceos elaborados em forno de micro-ondas e estufa apresentaram características físico-químicas dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira, o que torna uma possível alternativa promissora para o aproveitamento em alimentação animal ou humana. Entretanto, ao compararmos os métodos de secagem percebeu-se que a secagem em forno de micro-ondas (FMO) é melhor e mais eficiente que a secagem em estufa de circulação de ar, por proporcionar menor teor de água e uma maior quantidade de proteína bruta em um menor de tempo, 11 minutos.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.C.S.; FERREIRA R.L.C.; SANTOS, M.V.R. et al.. Avaliação Bromatológica de Espécies Arbóreas e Arbustivas de Pastagens em Três Municípios do Estado de Pernambuco. **Acta Sci. Anim. Sci.**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 1-9, Jan./March, 2006.

ALMEIDA, F.A.C.; SILVA, J.E; ARAUJO, M.E.R. et al.. Componentes Químicos e Estudo da Umidade de Equilíbrio em Vagens de Algaroba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p.43-50, 2003.

ALMEIDA, P.J.P.; PEREIRA, M.L.A.; SILVA, T.V.B.S. et al.. Desempenho Econômico de Ovinos Santa Inês Alimentados com Farelo da Vagem de Algaroba (*Prosopis juliflora*). **Anais, Zootec**, João Pessoa-PB, 2008.

ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, F. X., Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Acta Bot. Bras.** vol.23 no.4 São Paulo Dec. 2009.

BATISTA, A. M. V.; GUIM, A.; SOUZA, I. S.; LIRA, K. G.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B., Efeitos da adição de vagens de algaroba sobre a composição química e a microbiota fúngica de silagens de capim-elefante. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.1, p.1-6, 2006.

BATISTA, M. B; EL-AOUAR, A. A.; SILVA, C. G; CARVALHO, J. C.; GOUVEIA, C. Q., Aspectos Tecnológicos de Obtenção da Farinha Integral de Algaroba para Uso em produtos de Panificação. **II Jornada Nacional da Agroindústria**. Bananeiras, 04 a 07 de dezembro de 2007.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996. Disponível em:<http://www.anvisa.gov.br/anvisaegis/portarias/354_96.htm>. Acesso em: 02/08/2017.

CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em análise de alimentos**. 2ª ed. rev. Campinas, SP. Editora da Unicamp, 2003.

CHITARRA, M. I; CHITARRA, A. B. Fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia do manuseio. **Lavras: ESALF/FAEP**, p. 293, 1990.

CLEMENTE, E.; FLORES, A. C.; ROSA, C. I. L. F.; OLIVEIRA, D. M., Características da Farinha de Resíduos do processamento de Laranja. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol.14, n_ 2, Jul/Dez 2012.

COSTA, J. D.; SOUSA, A. P. M.; SILVA, A. P; DANTAS, D. L; CAMPOS, A. R. N. Obtenção e caracterização química da farinha de algaroba (*Prosopis juliflora*). **Anais I CONAPESC**, v.1, ISSN 2525-3999, 2016.

DANTAS, H. J., **Secagem solar e convencional de amêndoas de jaca**. Dissertação de Mestrado. UFCG, fevereiro, 2007.

FARIAS SOBRINHO, D. W.; PAES, J. B.; FURTADO, D. A., Tratamento preservativo da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), pelo método de substituição de seiva. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 225-236, jul./set. 2005.

FERREIRA, A. E.; FERREIRA, B. S.; LAGES, M. M. B.; RODRIGUES, V. A. F.; THÉ, P. M. P.; PINTO, N. A. V. D., Produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jabuticaba em biscoitos tipo cookie. **Alim. Nutr.**, v. 23, n. 4, p. 603-607, out./dez. 2012.

FERTONANI, H. C. R. **Estabelecimento de um modelo de extração ácida de pectina de bagaço de maçã**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

GARCIA, L. G. C.; VENDRUSCOLO, F.; SILVA, F. A., Determinação do teor de água em farinhas por micro-ondas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande-PB, v. 16, n. 1, p 17-25, 2014.

GONÇALVES, M. F. V., **Tratamento térmico dos amidos de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) e de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*.) sob baixa umidade em microondas**. Dissertação de Mestrado, USP, 2007.

GUIM, A.; BATISTA, A. M. V.; SOUZA, I. S.; LIRA, K. G.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JÚNIOR, J. C. B.; LUCAS, R. C., Microbiota fúngica, composição química e estabilidade aeróbica de silagens de vagens de Algaroba (*Prosopis juliflora*) in natura e hidratadas. **Rev. Portuguesa de Ciênc. Veterinárias**. João Pessoa, 2006.

IANNUZZI, L.; MAIA, A. C. D.; VASCONCELOS, S. D., Ocorrência e sazonalidade de coleópteros buprestídeos em uma região de caatinga nordestina. **Biociências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 174-179, dez. 2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. Coordenadores: Odair Zenebon; Neus Sadoco Pascuet & Pablo Tigea. São Paulo, Ed. 4, 1ª Edição Digital, 2008.

ISHIMOTO, F. Y.; HARADA, A. I.; BRANCO, I. G.; CONCEIÇÃO, W. A. S.; COUTINHO, M. R., Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. var. *flavicarpa* Deg.) para produção de biscoitos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol.9 nº 2, Jul/Dez 2007.

JORGE, A., **Avaliação comparativa entre processos de secagem na produção de tomate em pó**. Dissertação de Mestrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

LIMA, P. C. F.; SILVA, M. A., Ocorrência sub-espontânea de uma algaroba no Nordeste do Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 22/23, p.91-95, jan./dez. 1991.

MORAES, E. A.; FREITAS, M. F.; COELHO, C. G.; DANTAS, M. I. S.; BITTENCOURT, M. C. B.; CASTRO, F. A. F., Utilização de farinha de linhaça na elaboração de bolos e avaliação da aceitação dos consumidores. **Estudo Experimental dos Alimentos**, DNS/UFV, 2013.

MUNIZ, M. B.; da SILVA, F. L. H.; GOMES, J. P.; da SILVA, C. G.; ALVES, M.F; QUEIROZ, V. de S.; LIMA, F. C. dos S. Elaboração, caracterização físico-química e sensorial de bolo formulado com farinha das vagens de algaroba. **Anais XX COBEQ**, Florianópolis/SC, 2014.

MUNIZ, M. B. **Processamento das Vagens de Algaroba (*Prosopis juliflora*) para Produção de Bioprodutos**. Tese de doutorado. UFCG, 2009.

NASCIMENTO, A. P. S.; LIMA, A. K. S.; CAVALCANTI, C. F.; GUSMÃO, R. D. Cinética de secagem de vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* SW). **Revista Verde**. (Pombal – PB – Brasil), vol., 10., nº 5 (especial), p. 115-119, Dez., 2015.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. C.; DANTAS, L. D.; APOLINÁRIO, M. O.; PRASAD, S.; CAMPOS, A. R. N., Enriquecimento Protéico da Palma Forrageira e da Algaroba por Fermentação Semissólida. **CONAPESC**. Campina Grande, 01 a 03 de junho de 2016.

OLIVEIRA, D. R., **Propriedades sensoriais e nutricionais de biscoitos elaborados a base de fubá, farinha de soja desengordurada e amido de milho, cozidos por micro-ondas**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura de Larvas, Minas Gerais, 1993.

OLIVEIRA, J. P. F.; BARRETO, M. L. J.; LIMA JÚNIOR; D. M.; AGUIAR, E. M.; SILVA, T. O., Algarobeira (*Prosopis juliflora*): uma alternativa para alimentação de ovinos no Nordeste brasileiro. **Revista Verde**, Mossoró v.5, n.2, p. 01 - 04 abril/junho de 2010.

PEREIRA, C. A.; CARLI, L.; BEUX, S.; SANTOS, M. L.; BUSATO, S. B.; MARCELO, KOBELNIK, M.; BARANA, A. C., Utilização de farinha obtida a partir de rejeito de batata na elaboração de biscoitos. **Publ. UEPG Ci. Exatas Terra, Ci. Agr. Eng.**, Ponta Grossa, 11 (1): 19-26, abr. 2005.

PEREIRA, N. R., **Estudo da aplicação de microondas na secagem de bananas tratadas osmoticamente**. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas-SP, 2007.

RIBASKI, J.; DRUMOND, M. A.; OLIVEIRA, V. R.; NASCIMENTO, C. E. S., Algaroba (*Prosopis juliflora*): árvore de uso múltiplo para a região semiárida brasileira. **Embrapa Florestas**, 2009.

ROCHA, L. C. M.; PRADO, R. M.; DIAS, J. L. C. S.; VIEIRA, D. S. T., Métodos de secagem de amostras de folhas de aceroleira, cana-de-açúcar e citros na determinação da

massa seca e nos teores de macronutrientes. **Comunicata Scientiae** 2(3): 177-180, Jaboticabal-SP, 2011.

RODRIGUES, F. C.; CASTRO, A. S.B.; MARTINO, H. S. D.; FERREIRA, C. L. L. F., Farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): produção e caracterização química. **Rev Inst Adolfo Lutz**. 70 (3): 290-5, São Paulo, 2011.

ROSA, J.G. **Secagem da Cenoura (*Daucus carota* L.) em Micro-ondas**. Dissertação de mestrado. UFSC, 2010.

SILVA, A. A.; BARBOSA JÚNIOR, J. L.; BARBOSA, M. I. M. J., Farinha de banana verde como ingrediente funcional em produtos alimentícios. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.12, p.2252-2258, dez, 2015.

SILVA, A. P. F.; COSTA, J. D.; DANTAS, D. L.; CUNHA, M. O. L.; CAMPOS, A. R. N., Obtenção da Farinha de Maxixe (*Cucumis anguria* L.) por Secagem em Forno Micro-Ondas e Estufa. **CONAPESC**. Campina Grande, 01 a 03 de junho de 2016.

SILVA, C. G. M.; MELO FILHO, A. B; PIRES, E. F.; STAMFORD, T. L. M., Caracterização físico-química e microbiológica da farinha de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC). **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol.27 no.4 Campinas Oct./Dec. 2007.

SILVA, C. G.; MATA, M. E. R. M. C.; BRAGA, M. E. D.; QUEIROZ, V. S., Extração e fermentação do caldo de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC) para obtenção de aguardente. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p.51-56, 2003.

SILVA, C. G., **Otimização do processo de produção da aguardente de algaroba e aproveitamento dos resíduos sólidos em produtos alimentares**, Tese de doutorado. UFCG, 2009.

SILVA, D. P. D.; SOUSA, J. P.; CALVANCANTI, R. M. F.; CLEMENTINO, L. C.; SOUSA, B. R. S.; BRITO, A. F. S.; QUEIROZ, J. C. F., Produção artesanal de aguardente a partir de algaroba (*Prosopis juliflora*) e sua aceitação por consumidores. **Revista Saúde e Ciência On line**, 2014; 3(3): 230-239, set-dez, 2014.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res.**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, J. H. V.; OLIVEIRA, J. N. C.; SILVA, E. L.; JORDÃO FILHO, J.; RIBEIRO, M. L. G., Uso da farinha integral da vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) na alimentação de codornas japonesas. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.4, p.1789-1794, 2002.

SILVA, L. A. da; CAVALCAMTI- MATA, M. E. R. M.; DUARTE, M. E. M.; ALMEIDA, R. D.; CAVALCNATI, R. F. de R. M. Cinética da secagem de grãos de algaroba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n. Especial, p.535-542, 2012.

SILVA, S. A.; SOUZA, A. G.; CONCEIÇÃO, M. M.; ALENCAR; A. L. S.; PRASAD, S.; CAVALHEIRO, J. M. O, Estudo termogravimétrico e calorimétrico da algaroba **Química Nova**, Vol. 24, n. 4, 460-464, 2001.

STEIN, R. B. S.; TOLEDO, L. R. A.; ALMEIDA, F. Q.; ARNAULT, A. C.; PATITUCCI, L. T.; SOARES NETO, J.; COSTA, V. T. M., Uso do farelo de vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) em dietas para equinos. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.4, p.1240-1247, 2005.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros minerais**. Boletim Técnico N° 5. 2. ed., Porto Alegre, 1995.

VUATAZ, G.; MENUIER, V.; ANDRIEUX, J. C., TG-DTA approach for designing reference methods for moisture content determination in food powders. **Food Chemistry**. Oxford, v. 122, n.2, p. 436-442, 2010.