



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE DOUTORADO
EM ENGENHARIA DE PROCESSOS**



**PROCESSAMENTO DO FRUTO DO JUAZEIRO PARA OBTENÇÃO DA
FARINHA E DO ÓLEO**

VALDEFRAN MAIA DINIZ

Campina Grande – PB

Agosto de 2016

**PROCESSAMENTO DO FRUTO DO JUAZEIRO PARA OBTENÇÃO DA
FARINHA E DO ÓLEO**

VALDEFRAN MAIA DINIZ

**Tese apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de
Processos da Universidade Federal de
Campina Grande, como parte dos
requisitos necessários para obtenção do
Título de Doutor em Engenharia de
Processos**

ORIENTADORA: Prof^ª. Dra. Josivanda Palmeira Gomes

Campina Grande – PB

Agosto de 2016

**PROCESSAMENTO DO FRUTO DO JUAZEIRO PARA OBTENÇÃO DA
FARINHA E DO ÓLEO**

Valdefran Maia Diniz

Aprovado em ____/____/____

Banca Examinadora

Dra. Josivanda Palmeira Gomes
Orientadora

Dr. Douglas Alexandre Saraiva Leão
Examinador

Dra. Hofsky Vieira Alexandre
Examinadora

Dra. Líbia de Souza Conrado Oliviera
Examinadora

Dr. Marcelo Barbosa Muniz
Examinador

Dedico

*Ao povo do semiárido brasileiro, forte, lindo e resiliente. Em especial aos trabalhadores
(as) Rurais Sem Terra.*

Ofereço

À minha mãe, mulher guerreira, exemplo de luta e persistência.

Agradeço

À minha família, que ao meu lado segue incansável.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me dar presentes maravilhosos no momento certo. Se ele é por mim, então, quem será contra mim?!

Ao meu companheiro Eduardo e aos meus filhos, Gabriel e Rafael, por me acompanharem onde eu for.

À minha mãe e irmãos, por proporcionarem a minha chegada até aqui.

Aos meus sogros, pelo exemplo de amor e toda a sua família.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo suporte financeiro, além da Coordenação de Engenharia de Processos.

À minha Orientadora, Josivanda Palmeira Gomes, pela paciência e oportunidade.

Aos anjos que atravessaram o meu caminho e que me ajudaram com ideias, laboratório, equipamentos, materiais, informações, sugestões, abrigo, companhia ou de alguma outra forma, tornando possível essa vitória. Em especial a Chico Velho e Líbia Conrado.

Aos amigos queridos, que muitas vezes me puxaram pela mão ou me empurraram mesmo, em momentos marcantes de suas vidas, com muita generosidade. Em especial a Douglas, Claudia, José Franciraldo e Daniela.

Aos membros da Banca Examinadora, por todas as contribuições ao longo da pesquisa, ajudando na melhoria desta tese.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.	Juazeiro.....	17
Figura 2.2.	Frutificação.....	17
Figura 2.3.	Fruto.....	17
Figura 3.1.	Fluxograma das etapas de execução do estudo.....	31
Figura 3.2.	Colheita.....	32
Figura 3.3.	Despolpamento.....	33
Figura 3.4.	Diagrama do equipamento utilizado na realização da secagem convectiva.....	35
Figura 3.5.	Cinética de secagem.....	36
Figura 3.6.	Processo de extração do óleo das sementes de juá.....	42
Figura 4.1.	Curvas de secagem do juá nas temperaturas 50 °C (A), 60 °C (B) e 70 °C (C), velocidades de ar estudadas de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s ajustadas ao modelo de Page.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1.	Composição centesimal, físico-química e atividade de água da polpa (casca e polpa) do juá.....	44
Tabela 4.2.	Parâmetros estimados pela equação de Page, Handerson & Pabis e Lewis para os dados de secagem, coeficiente de determinação e erro relativo médio para fruto (casa+polpa) de juá desidratado.....	46
Tabela 4.3.	Composição centesimal da farinha de juá.....	49
Tabela 4.4.	Composição físico-química e de atividade de água da farinha.....	52
Tabela 4.5.	Perfil de aminoácidos essenciais (mg/g de proteína) da farinha de juá e as recomendações da FAO para adultos.....	53
Tabela 4.6.	Perfil de aminoácidos não essenciais da farinha de juá.....	54
Tabela 4.7.	Teores de minerais.....	55
Tabela 4.8.	Composição de ácidos graxos do óleo da semente de juá.....	57
Tabela 4.9.	Índices nutricionais da fração lipídica do óleo da semente de juá.....	59

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
1 INTRODUÇÃO.....	12
1.2. OBJETIVOS.....	13
1.2.1. Objetivo geral.....	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
2.1. A região semiárida.....	15
2.2. As frutíferas regionais alimentícias.....	15
2.3. O juazeiro.....	16
2.3.1. Utilização do juazeiro.....	18
2.4. Necessidades e recomendações nutricionais dos alimentos.....	19
2.4.1. Carboidratos.....	19
2.4.2. Proteínas.....	20
2.4.3. Lipídeos.....	20
2.4.4. Minerais.....	21
2.5. Secagem.....	21
2.5.1. Cinética de Secagem.....	22
2.5.2. Modelos Matemáticos.....	23
2.6. Óleos.....	25
2.7. Estado da arte.....	27
2.7.1. Potencial das frutas do semiárido.....	27
2.7.2. Secagem.....	28
2.7.3. Farinhas.....	29
2.7.4. Óleos.....	30
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1. Desenvolvimento do trabalho.....	31
3.1.1. Colheita.....	32
3.1.2. Seleção.....	32
3.1.3. Higienização.....	32
3.1.4. Despulpamento.....	33
3.2. Caracterização físico-química da polpa do fruto <i>in natura</i>	33
3.2.1. Umidade.....	33
3.2.2. Cinzas.....	34
3.2.3. Lipídeos.....	34
3.2.4. Proteínas.....	34
3.2.5. Carboidratos.....	34
3.3. Valor energético.....	35
3.4. Valores diários de referência.....	35
3.5. Atividade de água (A_w).....	35

3.6. Cinética de secagem.....	35
3.6.1. Modelos de secagem.....	37
3.7. Composição centesimal das farinhas.....	38
3.8. Caracterização físico-química.....	38
3.8.1. pH.....	39
3.8.2. Pectina.....	39
3.8.3. Açúcares totais.....	39
3.8.4. Amido.....	39
3.9. Valor energético.....	39
3.10. Valores diários de referência.....	39
3.11. Atividade de água (Aw).....	39
3.12. Análise de aminoácidos.....	40
3.12.1. Triptofano.....	40
3.13. Análise de minerais.....	40
3.14. Análise estatística.....	41
3.15. Extração do óleo das sementes do juá.....	41
3.15.1. Análises de ácidos graxos do óleo da semente do juá.....	42
3.15.2. Cálculo dos índices de qualidade nutricional do óleo.....	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1. Composição centesimal, valor energético e atividade de água da polpa (casca e polpa) do juá.....	44
4.2. Cinética de secagem do fruto.....	45
4.2.1 Modelos matemáticos.....	45
4.3. Composição centesimal da farinha.....	49
4.4. Composição físico-química e de atividade de água da farinha.....	51
4.5. Análise de aminoácidos da farinha.....	53
4.6. Análise de minerais da farinha.....	55
4.7. Propriedades nutricionais do óleo das sementes do juá.....	56
4.7.1. Perfil de ácidos graxos.....	56
4.7.2. Índices de qualidade nutricional.....	60
5 CONCLUSÕES.....	61
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

RESUMO

No semiárido brasileiro as espécies vegetais da Caatinga são utilizadas para diversos fins. Dentre elas, o fruto do juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.), muito utilizado pelas populações locais, mas pouco conhecido cientificamente quanto ao seu potencial alimentício. Por ser um fruto sazonal e a sua produção ser quase totalmente desperdiçada, estudos de métodos tecnológicos de conservação e a caracterização nutricional poderiam contribuir para agregar valor e disponibilizar mais uma fonte alimentar regional. Assim, objetivou-se com esse trabalho o processamento e caracterização do fruto do juazeiro para a obtenção da farinha (casca e polpa) e do óleo (sementes). A caracterização dos frutos *in natura* consistiu na composição centesimal, valor energético e atividade de água. A farinha foi obtida através de secagem convectiva dos frutos, determinando-se as curvas de secagem nas temperaturas (50, 60 e 70 °C) e velocidades de ar (1,0, 1,5 e 2,0 m/s). Nas farinhas resultantes da cinética foram determinadas as composições centesimais e naquela que apresentou teor de umidade dentro do determinado pela legislação para farinhas (15%) foram realizadas análises físico-químicas, composição de aminoácidos e minerais. Do óleo extraído das sementes foi determinado o perfil de ácidos graxos e, deste, calculados os índices de qualidade nutricional, (HH, IA e IT). De acordo com as análises dos dados da cinética de secagem, o modelo de Page ajustou satisfatoriamente os dados experimentais, a secagem ocorreu no período de taxa decrescente, verificando-se que a temperatura teve maior influência. A farinha que apresentou menor teor de umidade (12,40%) foi a seca, na temperatura de 70 °C e velocidades de ar de 2,0 m/s. Os resultados da caracterização da farinha mostraram as potencialidades nutricionais do fruto. O teor de açúcares totais de 41,55% e valor energético de 340,13 Kcal/100 g. O perfil de aminoácidos apresentou todos os aminoácidos essenciais, com destaque para o triptofano acima do padrão de referência estabelecido pela FAO/adultos (18 mg/100 g proteína). Dos minerais destacaram-se o potássio (1118 mg/100 g), cálcio (356 mg/100 g), magnésio (114 mg/100 g) e ferro (3 mg/100 g). No perfil de ácidos graxos do óleo, observou-se maior quantidade de ácidos graxos insaturados (64,51%) em relação aos saturados (34,41%). Os ácidos graxos predominantes no perfil foram o ômega-9 (37,31%), o palmítico (16,80%), o ômega-3 (15,63%), esteárico (11,80%) e ômega-6 (10,20%).

Palavras-chave: frutos do semiárido, secagem, aminoácidos, ácidos graxos, *Zizyphus joazeiro* Mart., desenvolvimento rural.

ABSTRACT

In the Brazilian semi-arid climate the vegetal species from the Caatinga are diversely employed. Among them, the fruit of the juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.), widely used by local population, but little known scientifically about their alimentary potential. Being a seasonal fruit and its production is almost entirely wasted, studies of technological methods of conservation and nutritional characterization could help to add value and deliver on a regional food supply. Thus, the aim of this work was the processing and characterization of juazeiro fruit to obtain flour (peel and pulp) and oil (seeds). The characterization of raw fruits is the chemical composition, energy and water activity. The flour was obtained by convective drying of fruits, establishing the drying curves in the temperatures (50, 60 and 70 °C) and the air speeds (1.0, 1.5 and 2.0 m/s). In the flours resulting from the kinetic it was determined the centesimal composition, and one that has moisture content within the specified by law for flour (15%), physicochemical analysis were performed, such as amino acid and mineral composition ones. The oil extracted from the seeds, it was established the fatty acids profile and its calculated the indexes of nutritional quality, (HH, IA e IT). According to the kinetic drying data analysis, the Page model satisfactorily fitted the experimental data, the drying occurred in the falling rate period, finding that the temperature had the greatest influence. The flour that has a lower moisture content (12,40%) was dried at a temperature of 70 °C and 2,0 m/s air speed. The results of the characterization of the flour showed the nutritional potential of the fruit. The total sugar content of 41.55% and energy value of 340.13 Kcal / 100 g. The amino acid profile presented all the essential amino acids, especially the tryptophan, above the reference standard established by FAO/adults (18 mg/100 g protein). The minerals potassium is highlighted (1118 mg / 100g), calcium (356 mg / 100 g), magnesium (114 mg / 100 g) and iron (3 mg / 100 g). In profile oil fatty acids, it was observed a bigger amount of unsaturated fatty acids (64,51%) compared to the saturated ones (34,41%). The prevailing fatty acid in the profile was the monounsaturated omega-9 (37,31%), the palmitic (16,80%), the omega-3 (15,63%), stearic (11,80%) and omega-6 (10,20%).

Keywords: fruits of semiarid, drying, amino acids, fatty acids, *Zizyphus joazeiro* Mart., rural development.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo de anos, o semiárido brasileiro foi associado à pobreza e a pouca diversidade biológica. Um estereótipo construído, principalmente, devido à estiagem, fenômeno climático que ocorre ciclicamente. A composição florística, a identificação das espécies e seus potenciais usos ainda é uma lacuna, poucas espécies são economicamente e tecnologicamente conhecidas, muitas já foram perdidas e nem sequer identificadas. No seu bioma nativo, a Caatinga registra-se em torno de 932 espécies, das quais 380 são endêmicas (BRASIL, 2010), não incluindo as herbáceas. Essa informação traduz uma complexidade de espécies que vêm sendo negligenciadas ao longo da história ambiental do país.

No que diz respeito às espécies destinadas à alimentação humana, destacam-se as frutíferas, algumas já estudadas e comercializadas como o umbu, cajá, caju e mangaba (PERFEITO et al., 2015; SILVA et al., 2015; SANTOS et al., 2015; DAMIANI et al., 2011), que até pouco tempo se perdiam no meio da caatinga e praticamente apenas os animais consumiam. Outras de valor alimentício e não convencionais são subutilizadas, dentre elas o juazeiro que outrora teve seu fruto muito apreciado pelos sertanejos.

O juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. Rhamnaceae) é uma espécie bastante utilizada pelas populações locais na medicina popular e na alimentação de animais, principalmente nos períodos de seca, destacando-se pela grande importância ecológica (LORENZI, 2009). Apesar da grande utilidade, a exploração do juazeiro limita-se ao extrativismo e são poucos os conhecimentos capazes de contribuir para o desenvolvimento tecnológico da cultura (SOUZA et al., 2013).

Sendo o juazeiro um fruto sazonal, com safra entre os meses de janeiro a maio e que servem para alimentação humana e animal (SANTOS, 2012; FERREIRA, 2014), estudos da sua composição nutricional, domesticação e conservação poderiam contribuir para o desenvolvimento tecnológico da cultura (MONIZ-BRITO e OSUNA, 2008).

Ao longo dos anos, vem sendo estudadas técnicas para a conservação e diminuição de prejuízos causados a produtos *in natura*. O desafio é preservar os alimentos, mantendo valores nutricionais semelhantes aos originais. Em níveis industriais, tem-se buscado o desenvolvimento de operações que minimizem os custos e os efeitos adversos do processamento. Logo, torna-se de grande interesse o estudo de operações de processamento para produtos à base de frutas tropicais (PONTES et al., 2007). Dentre os

métodos de conservação de produtos vegetais, a secagem é o mais utilizado para a obtenção de farinhas e de pós alimentícios.

Além da farinha, das sementes pode-se obter o óleo. Os óleos ou gorduras, também denominados lipídeos, são componentes essenciais da dieta humana, fornecem energia, desempenham funções celulares e contém ácidos graxos essenciais que não são produzidos pelo organismo (OLIVEIRA et al., 2012b).

Vários estudos vêm sendo realizados acerca do perfil lipídico dos alimentos, relacionados aos malefícios causados à saúde, devido ao excessivo consumo de ácidos graxos saturados e aos benefícios do consumo de ácidos graxos insaturados, associados à qualidade de vida, principalmente na diminuição de doenças cardiovasculares (TEIXEIRA, et al., 2014).

Aliada à preocupação por parte da sociedade em consumir alimentos naturais a fim de prevenir doenças, a busca de novas fontes nutricionais e as questões ambientais, estudos sobre o processamento e sobre o potencial nutricional de espécies do semiárido, como o juá, poderiam contribuir no resgate da cultura alimentar, agregar valor e proporcionar uma gama a mais de produtos advindos dessas espécies.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo geral

Processar o fruto do juazeiro para obtenção da farinha e do óleo.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar a composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos), atividade de água e valor energético da polpa *in natura* dos frutos de juá;
- Obter a farinha de polpa de frutos do juazeiro, sem as sementes, determinando a cinética de secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e velocidades de ar 1,0; 1,5 e 2,0 m/s.
- Verificar o comportamento das taxas de secagem aplicando os resultados aos modelos;

- Determinar a composição centesimal (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e carboidratos), atividade de água e valor energético das farinhas de juá obtidas;
- Avaliar a composição físico-química, mineral e o perfil de aminoácidos da farinha com menor percentual de umidade;
- Extrair o óleo das sementes e caracterizar o perfil de ácidos graxos;
- Estudar a partir do perfil de ácidos graxos do óleo o HH (razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos), o índice de aterogenicidade (IA) e índice de trombogenicidade (IT).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. A região semiárida

O semiárido brasileiro estende-se por aproximadamente um milhão de km², abrangendo a maior parte dos territórios dos Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e parte do Estado de Minas Gerais. Vivem nessa região aproximadamente 22 milhões de pessoas, que representam 12% da população brasileira, distribuídas em 1.135 municípios (IBGE, 2010). Predomina o clima tropical seco, com a evaporação excedendo a precipitação e com ocorrência de pequenos períodos de chuvas sazonais (VIEIRA, 2010).

É coberto por uma vegetação denominada Caatinga, bioma que ocorre apenas no Nordeste do Brasil. Possui, em geral, uma flora que apresenta principalmente espécies herbáceas e lenhosas, de pequeno porte e comumente dotadas de espinhos, sendo estas caducifólias, pois perdem suas folhas no início da estação seca, comportamento decorrente de fatores climáticos associados aos tipos de solo (ANDRADE et al., 2010; MAIA e GURGEL, 2013). Apesar de estar localizada em região semiárida, a Caatinga apresenta relativa riqueza biológica, uma grande diversidade de paisagens e endemismo (BRASIL, 2010).

Algumas espécies vegetais do bioma Caatinga têm sido objeto de utilização intensa para satisfazer as necessidades humanas da região semiárida. Na realidade, esses recursos florestais servem para diversos fins, estando presentes na alimentação, vestuário, lazer, habitação e saúde das populações (BRASIL, 2010). A quase totalidade das espécies permanece silvestre e subutilizada, ameaçadas de perda da variabilidade genética em extinção ou extintas, devido à ação antrópica, desequilíbrios ambientais e ao processo de desertificação. É o bioma brasileiro menos estudado e menos conhecido (BID, 2012).

2.2. As frutíferas regionais alimentícias

O Brasil é reconhecidamente um dos maiores celeiros de biodiversidade mundial, possui uma vasta diversidade de produtos como frutas, castanhas, raízes, caules, seivas, folhas e sementes que são ou podem ser utilizadas como alimento. Apesar dessa grande diversidade, o país mantém uma dieta alimentar simplificada (CORADIN et al., 2011), um

exemplo são as espécies frutícola em que das dez mais produzidas no país nenhuma é nativa.

Os frutos nativos brasileiros estão entre os mais saborosos e nutritivos, porém, muitos deles são conhecidos apenas pela população local ou aparecem sazonalmente em algumas regiões (FERREIRA et al., 2008). Da mesma forma na Caatinga, algumas com maior destaque, tais como o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda), a mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) e a cajarana (*Spondias sp*), porém, outras, como o mandacaru (*Cereus jamacaru*, P. DC.), ameixa (*Ximenia americana* L.) e o juá (*Zizyphus joazeiro* Mart.) ainda são pouco conhecidas. Alguns estudos demonstram o potencial nutricional dessas espécies, que se apresentam como boas fontes de proteínas, fibras, energia, vitaminas, cálcio, fósforo e ácidos graxos (PERFEITO et al., 2015; SILVA et al., 2015; MORZELLE et al., 2015; SANTOS et al., 2015; DAMIANI et al., 2011; ALMEIDA et al., 2009; SILVA et al., 2008a).

O conhecimento do valor nutritivo dessas frutas assume importância considerável, uma vez que a alimentação adequada, assim como a aplicação de métodos tecnológicos, depende desse conhecimento (SILVA et al., 2008b). Por outro lado, a produção e consumo de alimentos regionais deve ser estimulada e valorizada como forma de promoção da alimentação saudável e de garantia da segurança alimentar e nutricional (COELHO e GUBERT, 2015).

2.3. O juazeiro

O juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart. - Rhamnaceae), popularmente conhecido como juazeiro, juá, joá, juá-fruta, juá-espinho, enjoaá, laranjeira-de-vaqueiro (LORENZI, 2009), tem essa denominação originada do vocábulo indígena juá, *a-y-ú-á* do tupi, que significa fruto caído do espinho (MAIA, 2004). É uma árvore considerada de porte mediano e que dependendo das condições de água e fertilidade do solo pode alcançar até 12 m (Figura 2.1). Possui um profundo sistema radicular e uma copa esgalhada que chega a arrastar no chão (LIMA, 2000), apresenta crescimento lento e vive mais de 100 anos. Curiosamente, o juazeiro vegeta isolado na mata e não forma maciços florestais, encontra-se nos pés de cerca, nas capoeiras degradadas e locais protegidos dos rebanhos (TIGRE, 1976).



Figura 2.1. Juazeiro

O juazeiro floresce no final da estação seca, outubro a dezembro e frutifica na estação chuvosa, entre os meses de janeiro a maio, chegando até junho (Figura 2.2). Os frutos devem ser colhidos diretamente da árvore no início da queda espontânea, lavados, despulpados e deixados para secar a sombra (MAIA, 2004).



Figura 2.2. Frutificação

Segundo Araújo et al. (2015), o fruto (Figura 2.3) é uma drupa globosa com média de comprimento e largura de 17,80 e 15,34 mm, respectivamente, diâmetro de 1,19 cm e peso médio de 5,89 g. A polpa apresenta até 3 mm de espessura, tem cor creme, envolvendo um caroço com cerca de 1 cm de diâmetro, castanho escuro, obovoide e rugoso, que contém duas sementes achatadas-elipsóides (MAIA, 2004).



Figura 2.3. Fruto

2.3.1. Utilização do juazeiro

O juazeiro é uma planta de grande importância para o semiárido, vários estudos comprovam suas diversas utilidades, demonstradas a seguir:

As folhas e as cascas apresentam efeito antioxidante (BRITO et al., 2015), antimicrobiano e antifúngico (SIQUEIRA et al., 2014; FONSECA et al., 2013; SILVA et al., 2011; CRUZ et al., 2007), no manejo de pragas (MARLLON, 2013) e ainda tem ação alelopática (OLIVEIRA et al., 2012a). As populações utilizam as folhas em infusões para o tratamento da asma, tuberculose, gastrite e colite; o chá das raspas é aplicado nas contusões e ferimentos (LIMA, 2000).

É de grande importância ecológica. A árvore é observada na etnobotânica como indicadora de chuvas para o semiárido (ARAÚJO et al., 2013), conserva-se sempre verde e se estabelece em áreas degradadas, sendo uma espécie pioneira em estágios sucessionais (FERNANDES et al., 2013).

Os frutos são utilizados como forragem para rebanhos e animais silvestres (FERREIRA, 2014). Quando maduros são doces e ricos em vitamina C e consumidos pela população local (SANTOS, 2012).

Análises físico-químicas revelaram que os frutos de *Ziziphus joazeiro* apresentam um elevado teor de sólidos solúveis e uma baixa acidez, o que indica a sua boa palatabilidade (SILVA, 2014; SOUSA et al., 2013; SILVA et al., 2011). Os frutos secos são verdadeiras passas, nesse estado também se faz um excelente vinho tipo “moscatel”. (MENDES, 1996).

Silva et al. (2011) concluíram que o juá caracteriza-se como matéria prima de grande potencial para o aproveitamento comercial, tanto *in natura* como para a industrialização e Cavalcanti et al. (2011) afirmam que a farinha é uma alternativa promissora para o aproveitamento em formulações alimentícias como pães, bolos e biscoitos.

O uso indiscriminado de espécies nativas leva a perda da variabilidade genética e muitas espécies desaparecem antes mesmo de serem conhecidas. O juá não está livre dessa possibilidade, já citada numa lista de espécies da Caatinga que tem prioridade quanto à conservação e manejo sustentável (VIEIRA et al., 2002).

Nesse contexto, o conhecimento da composição química e bromatológica desta espécie assume importância considerável, visualizando a valorização econômica e ambiental.

2.4. Necessidades e recomendações nutricionais dos alimentos

Uma boa alimentação deve estar em quantidade e qualidade suficientes. Quanto à quantidade, o alimento deve ser ingerido de maneira que não falte nem ultrapasse as necessidades do indivíduo. Em relação à qualidade, considera-se a ausência de contaminação e a composição nutricional. Lancellotti (2013) sugere que uma alimentação variada composta de legumes, verduras, frutas, grãos e tubérculos, de preferência alimentos cultivados e comercializados na região, garantem uma alimentação rica em nutrientes.

Os nutrientes são componentes químicos dos alimentos que são aproveitados pelo organismo para as mais variadas funções, da manutenção ao crescimento. Uma forma de classificar os nutrientes é estabelecida de acordo com a quantidade que é necessária ao organismo (NEVES et al., 2013).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 269, de 22 de setembro de 2005 define que a ingestão diária recomendada (IDR) é a quantidade de proteína, vitaminas e minerais que deve ser consumida diariamente para atender às necessidades nutricionais da maior parte dos indivíduos e grupos de pessoas de uma população sadia (BRASIL, 2005).

2.4.1. Carboidratos

O primeiro aspecto a ser considerado na alimentação é a necessidade energética. A quantidade de energia consumida deverá ser igual àquela dispendida, o chamado balanço energético (THOMPSON, 2000). Para estimar o gasto energético, parâmetros como sexo, faixa etária, peso, altura e nível de atividade física, além de identificação de padrões alimentares, monitoramento de tendências da ingestão de determinados grupos de alimentos, identificação de segmentos da população com padrões alimentares associados a doenças e o planejamento de programas de assistência alimentar devem ser considerados (SOUZA et al., 2010; IOM, 2002).

Os carboidratos abrangem um dos maiores grupos de compostos orgânicos encontrados na natureza e, juntamente com as proteínas, formam os principais constituintes dos organismos vivos, além de ser a mais abundante e econômica fonte de energia para o homem (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2010).

Existe uma correlação entre o tamanho do cérebro e a necessidade de carboidrato. O aumento de tamanho deste órgão, especialmente na primeira infância, faz com que exista um aumento da necessidade de carboidratos (IOM, 2002). A quantidade de carboidrato em relação à quantidade de energia consumida preconizada pela Acceptable Macronutrient Distribution Range (AMDR) é de 45 a 65% de carboidratos (IOM, 2002). Enquanto para Word Health Organization (WHO), a faixa estabelecida para o consumo de carboidrato em relação à energia é de 55 a 75% (WHO, 2003).

2.4.2. Proteínas

A proteína considerada de boa qualidade ou de alto valor biológico é aquela que fornece maior digestibilidade e quantidades adequadas de aminoácidos essenciais (PIRES et al., 2006). Soares (2008) afirma que os aminoácidos são os principais componentes para a formação de proteínas e que correspondem a 20% do corpo humano, além de executar funções neurotransmissoras, na formação de hormônios entre outras. Os aminoácidos albumina, leucina, valina e isoleucina são responsáveis pela regeneração e constituição da proteína muscular, o ácido aspártico converte carboidratos em energia e a prolina constitui os tecidos conjuntivos (SOARES, 2008). São essenciais para o ser humano os aminoácidos: isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano, histidina e valina. Os aminoácidos essenciais contribuem, consideravelmente, para o aumento da resistência física, além do seu papel fundamental no organismo na reparação e na construção de tecidos. Em estudos mais recentes a FAO (2011), sugere uma referência de requerimentos médios de aminoácidos para uma pessoa adulta.

2.4.3. Lipídeos

Os lipídeos podem ser encontrados na forma líquida ou sólida. Na líquida, óleos de origem vegetal, na sólida, as gorduras na sua maioria de origem animal. Desempenham uma variedade de funções celulares e, na maioria dos organismos, é a principal forma de armazenamento de energia (OLIVEIRA, 2012b). Atuam como precursores de hormônios, no transporte de vitaminas lipossolúveis e determinados grupos são considerados funcionais. É fonte de ácidos graxos essenciais que não são produzidos pelo organismo, devendo ser adquiridos na dieta (ZAMBOM et al., 2004).

De acordo com Oliveira e Marchini (2010), os lipídeos oferecem aos alimentos melhor sabor, aroma, aparência e textura. Aumentam às propriedades de suavidade e palatabilidade, cremosidade, maciez, brilho, firmeza, elasticidade e ação lubrificante.

2.4.4. Minerais

Os minerais são substâncias inorgânicas com funções muito importantes no organismo, não podendo ser produzidos pelos seres vivos. Sua baixa ingestão ou redução da biodisponibilidade pode gerar desequilíbrios na saúde e comprometimento das funções vitais. Entre os mais conhecidos estão o cálcio, fósforo, ferro, potássio, enxofre, sódio, magnésio, zinco, cobre, selênio e o cromo. Esses micronutrientes devem ser ingeridos através de uma alimentação adequadamente equilibrada para o suprimento das necessidades diárias, além de atenção especial que deve ser dada às corretas combinações de alimentos, técnicas de preparo e nutrientes, de maneira a potencializar sua biodisponibilidade (VEGA-GÁLVEZ et al., 2010).

Almeida et al. (2009), em estudo de avaliação de macro e microminerais em frutas tropicais cultivadas no nordeste brasileiro, sugeriram o consumo destes frutos como auxiliares na reposição de nutrientes minerais, concluindo que os frutos estudados podem ser considerados fontes de minerais, destacando-se o tamarindo, por ser o mais rico em praticamente todos os minerais analisados.

2.5. Secagem

Desde a antiguidade, a humanidade tem se preocupado em racionalizar as fontes de alimentos, desenvolvendo, empiricamente, métodos artesanais de conservação e de transformação. O desafio é preservar os alimentos, mantendo valores nutricionais semelhantes aos originais, uma vez que os consumidores estão cada vez mais exigentes. Em níveis industriais, tem-se buscado o desenvolvimento de operações que minimizem os custos e os efeitos adversos do processamento (PARK et al., 2002).

Um dos procedimentos mais importantes de conservação de alimentos é a desidratação ou secagem. Considerando que a maioria dos produtos vegetais é constituído por mais de 80% de água e que a preservação do alimento depende da quantidade de água presente (MORETO et al., 2008), o processo de secagem implica em uma considerável

redução de custos em energia, transporte, embalagem, armazenagem e manipulação do produto, além de prolongar a sua vida de prateleira (GAVA et al., 2008).

O processo de secagem pode ser definido como o aquecimento e a transferência de massa simultâneos entre o produto e o ar de secagem. Consiste na remoção do excesso de umidade do produto por evaporação, geralmente causada por forças de convecção do ar aquecido, com o intuito de impedir a continuidade das atividades metabólicas e o desenvolvimento de microrganismos no produto (PUTRANO et al., 2011; MARTINAZZO, 2010).

A secagem convectiva é uma das mais recomendadas para a representação do comportamento da secagem de produtos agrícolas e é a mais utilizada pela indústria para a secagem de alimentos (AZOUBEL et al., 2010). O estudo do sistema de secagem, seu planejamento e sua aplicabilidade podem ser obtidos por meio de simulações matemáticas (CORRÊA et al., 2006). Essas simulações são obtidas pela determinação das curvas de secagem e ajuste destes modelos matemáticos. Encontram-se na literatura vários modelos propostos para analisar a secagem de produtos higroscópicos, são os teóricos, semiteóricos e empíricos (PORTO, 2011).

2.5.1. Cinética de secagem

De acordo com Vilela e Artur (2008), as informações contidas na cinética de secagem são de extrema importância e fundamentais para o desenvolvimento de processos e dimensionamento de equipamentos. A partir das curvas, pode-se estimar o tempo de secagem de uma determinada quantidade de produtos e qual o tempo necessário para a produção. Pode-se obter uma estimativa do gasto energético, o que reflete no custo de processamento e influência no preço final do produto.

O processo de secagem divide-se em dois períodos. No período de taxa de secagem constante as transferências de calor e de massa na interface ar-produto governam a secagem e fixam a velocidade de secagem, enquanto que no segundo período (período de taxa de secagem decrescente) as transferências internas que são limitantes. Portanto, a eficiência do processo de secagem depende das propriedades do alimento, das propriedades do ar de secagem, da umidade relativa e da temperatura (PARK e NOGUEIRA, 1992).

O conhecimento do conteúdo inicial e final (equilíbrio) de umidade do material, da relação da água com a estrutura sólida e do transporte da água do interior do material até sua superfície, possibilita fundamentar a operação de secagem (SANTOS, 2011).

2.5.2. Modelos matemáticos

A fim de explicar o mecanismo de migração de umidade no interior dos alimentos, vários modelos matemáticos foram propostos para descrever a influência de cada variável no processo e estimar a difusividade da água (TORGUL e PEHLIVAN, 2004).

Modelos empíricos têm sido utilizados para o estudo da cinética de secagem de materiais biológicos, apesar de sua restrição às condições sob as quais os dados experimentais foram obtidos ser muito mais severa. A aplicação dos modelos matemáticos confiáveis permite prever o comportamento dos diversos fenômenos que ocorrem durante o processo de secagem, o que implica na redução do custo operacional (DIONELLO et al., 2009).

Os modelos empíricos de secagem apresentam uma relação direta entre o conteúdo médio de umidade e o tempo de secagem. Seus parâmetros não têm significado físico, conseqüentemente, não oferecem uma visão apurada dos processos importantes que ocorrem durante o fenômeno, embora descrevam as curvas de secagem para determinadas condições experimentais (SOUSA et al., 2011).

Geralmente, os modelos semiteóricos assumem que a resistência ocorre em uma camada fina na superfície das partículas, baseadas na lei de Newton (HALL, 1980) que na sua forma integrada é comumente chamada de modelo exponencial (Equação 2.1).

$$\frac{dX}{dt} = -k(X - X_e) \quad (2.1)$$

Em que:

X - teor de água do produto no tempo t , b.s.

X_e - teor de água de equilíbrio, b.s.

t - tempo em segundos

k - constante de secagem (1/s)

Lewis (1921) sugeriu uma equação, afirmando que durante a secagem dos materiais higroscópicos porosos no período de taxa de secagem decrescente a mudança de umidade é proporcional à diferença instantânea entre o teor de umidade do material e o teor de umidade do material em equilíbrio com o ar de secagem:

Lewis

A equação de Lewis presume que toda a resistência ao transporte de umidade encontra-se na camada limite, desconsiderando-se os efeitos no interior do material. Nela o k como uma constante integrada a Equação 2.2 para incrementos de tempo de 0 a t e teores de umidade decrescentes, a partir de X_o tem-se o modelo exponencial:

$$RX = \left(\frac{X(t) - X_e}{X_o - X_e} \right) = \exp(-kt) \quad (2.2)$$

Em que:

RX – razão de umidade do produto

t - tempo de secagem, s

k – constante de secagem, 1/s.

A constante de secagem foi investigada por vários pesquisadores e foi estabelecido que k pode ser descrita como uma equação do tipo Arrhenius, como uma função da temperatura do ar de secagem (RATTANAPANT et al., 1990; HENDERSON e PABIS, 1961). Dentre os modelos empíricos, se destacam os modelos exponenciais. Todos os modelos da curva de secagem utilizam o número adimensional de secagem (RX) como variável dependente, que está em função do tempo de secagem.

O modelo empírico de Page (Equação 2.3) representa, de forma satisfatória, os dados de secagem de alimentos e é muito utilizado para descrever o comportamento de secagem de uma ampla variedade de materiais biológicos (TAN et al., 2001).

Nunes et al. (2014) utilizaram os modelos de Page e Henderson e Pabis (1961), Equações 2.3 e 2.4, para predição das curvas de secagem convectiva de jabuticaba em secador com temperaturas (50, 60 e 70 °C), os dados ajustaram-se melhor ao modelo de Page.

Page

$$RX = e^{-kt^n} \quad (2.3)$$

Em que:

RX - razão de umidade (adimensional)

k – constante de secagem

n - constante do modelo

t – tempo, s

O parâmetro n possui um efeito de moderação do tempo e corrige os possíveis erros resultantes da negligência da resistência interna para a transferência de umidade (AZZOUZ et al., 1998)

Moraes Filho et al. (2014) utilizaram os modelos de Henderson e Pabis (1961) e Lewis (1921), Equações 2.4 e 2.2 para predição das curvas de secagem convectiva de acerola em secador com temperaturas (60, 70 e 80 °C) e velocidades do ar de secagem (4,0, 5,0 e 6,0 m/s). Os dados da cinética se ajustaram aos dois modelos.

Henderson e Pabis

$$RX = a \exp(-kt) \quad (2.4)$$

Em que:

RX - razão de umidade, adimensional

a - constante de secagem do modelo, adimensional

t – tempo, s

2.6. Óleos

Os padrões dietéticos na alimentação ultimamente sofreram diversas transformações, a mais recorrente é a mudança no tipo de gordura consumida, com aumento no consumo de gordura saturada em detrimento da gordura insaturada (AUSTIN et al., 2011).

Vários estudos vêm sendo realizados acerca do perfil lipídico dos alimentos, voltados à redução ou eliminação de gordura *trans*, utilizando óleos vegetais na produção e industrialização de alimentos (CHIARA et al., 2003), sobre os malefícios causados a saúde, resultantes do consumo em excesso de ácidos graxos saturados (SANTOS et al., 2009) e dos benefícios do consumo de ácidos graxos poliinsaturados, que estão associados à melhor qualidade de vida e à diminuição dos coeficientes de morbimortalidade pelas doenças cardiovasculares (TEIXEIRA et al., 2014).

O óleo vegetal é uma gordura proveniente da extração das sementes, bem como de outras partes da planta, contudo, nas sementes apresentam-se em maior quantidade. Esse tipo de gordura é formado por triglicerídeos, resultante da combinação de três moléculas de ácidos graxos e uma molécula de glicerol (FONTELES et al., 2016). De acordo com a sua composição, os óleos vegetais podem ser fontes de nutrientes e de compostos bioativos (HOLSER et al., 2004) e, ainda, agregar valor aos alimentos processados (GARCÍA et al., 2003).

A qualidade de um óleo ou gordura se dá pela composição de ácidos graxos (BRASIL, 1999) e pelo grau de saturação. Quanto à saturação, os ácidos graxos são classificados como saturados, mono e poliinsaturados (SANT'ANA, 2011).

Quanto à composição, ácidos graxos essenciais ou não essenciais, que se dá pela capacidade de sintetização que os mamíferos têm. Alguns ácidos graxos saturados e insaturados são sintetizados, contudo, os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) não são e sem eles o organismo não funciona adequadamente. São os AGPI o ácido linoléico (ômega-6) e o ácido linolênico (ômega-3). O primeiro está presente em grande quantidade nos óleos de milho e soja, enquanto o segundo em vegetais de folhas verdes, no óleo de linhaça e nos óleos de peixes marinhos (CABO et al., 2012; DELGADO-LISTA et al., 2012).

Dentre os parâmetros utilizados está a razão AGPI/AGS, que consiste em verificar a ingestão de gordura saturada. De acordo com as recomendações do DHSC (1994), o valor resultante desta relação deve ser superior a 0,45.

Existe também a razão ômega-6/ômega-3. Estudos e instituições relacionadas à saúde não têm um consenso quanto aos valores ideais para uma relação equilibrada entre ômega-6/ ômega-3. O DHSC (1994) indica que valores abaixo de 4,0 sugerem quantidades desejáveis na dieta para a prevenção de riscos cardiovasculares. A OMS (2005) recomenda que a relação deva estar entre 5:1 e 10:1. Simopoulos (2008) afirma que as dietas devem apresentar a razão de 5:1 para evitar doenças crônicas.

Outros índices auxiliam na avaliação da qualidade nutricional do perfil de ácidos graxos, o HH (razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos), o índice de aterogenicidade (IA) e índice de trombogenicidade (IT).

A relação HH constitui um índice que considera a atividade funcional dos ácidos graxos (AG) no metabolismo das lipoproteínas de transporte do colesterol plasmático, cujo tipo e quantidade está relacionada com o maior ou menor risco de incidência de doenças cardiovasculares (SILVA et al., 2002). Valores superiores a 2,0 correspondem a produtos

com composição de AG desejável no aspecto nutricional, pois são compostos, em sua maior parte, de AG hipocolesterolêmicos e, conseqüentemente, reduzem o risco de doenças cardiovasculares (ASSUNÇÃO, 2007).

O índice de aterogenicidade (IA) e índice de trombogenicidade (IT), propostos pelos pesquisadores Ulbricht e Southgate (1991). Não existem valores recomendados para estes índices, contudo, quanto menores os valores de IA e IT maior a quantidade de ácidos graxos antiaterogênicos (previnem a aterosclerose que resulta no entupimento das veias) e, conseqüentemente, maior potencial de prevenção de doenças coronárias (TURAN et al., 2007).

Para ambos os índices, são considerados como aterogênicos e prótrombogênicos os ácidos graxos saturados. Todos os ácidos graxos insaturados são igualmente eficazes na redução da aterogenicidade (RAMOS FILHO et al., 2010) e são admitidos como antitrombogênicos com diferentes potencialidades (RAMOS, 2007).

2.7. Estado da arte

2.7.1. Potencial das frutas do semiárido

Na região semiárida, os recursos florestais do bioma Caatinga são utilizados pela população local para diversos fins, estando presentes na alimentação, vestuário, lazer, habitação e saúde das populações (BRASIL, 2010). A quase totalidade das espécies permanece silvestre e subutilizada, ameaçadas de perda da variabilidade genética de extinção ou extintas, devido à ação antrópica, desequilíbrios ambientais e ao processo de desertificação. É o bioma brasileiro menos estudado e menos conhecido (BID, 2012).

As frutíferas demonstram potencial nutricional, como boas fontes de proteínas, fibras, energia, vitaminas, cálcio, fósforo e ácidos graxos. Em estudo da caracterização química de cajá manga, Damiani et al. (2011) observaram valor energético de 64,10 Kcal/g, em cajá manga, concluindo que o fruto apresenta bom valor nutricional, além da presença de substâncias antioxidantes.

O juazeiro produz frutos doces, ricos em vitamina C, muito consumidos pela população local (SANTOS, 2012).

Silva et al. (2011), caracterizando frutos de cinco acessos de juazeiro, observaram valores médios de sólidos solúveis de 17,38%, vitamina C de 81,76 mg/g, acidez titulável de 0,13%, relação sólidos solúveis e acidez titulável de 132,24 e pH de 6,26, o que

segundo os autores atribui ao fruto grande potencial para o consumo *in natura* e para a industrialização.

Sousa et al. (2013), em estudo das propriedades físicas e físico-químicas da polpa de juá, encontraram os seguintes resultados: Aw: 0,98; pH: 4,64; cinzas: 0,73 e teor de água: 69,49%. Diante dos resultados, concluíram que a polpa de juá tem um sabor adocicado, elevado teor de água, baixa acidez e elevado pH, sendo propício ao desenvolvimento de microrganismos e rápida deterioração.

Silva (2014), em estudo da caracterização físico-química e química do fruto do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) e avaliação da sua conservação por fermentação láctica, observou os valores de rendimento da parte comestível (91,83%), teor de sólidos solúveis (18,98° Brix), acidez titulável (0,14% em ácido cítrico), pH (5,30) e a sua composição fracionada em umidade (79,01%), proteínas (2,01%), lipídios (0,52%), carboidratos (17,59%), fibra (0,11), cinzas (0,76%) e minerais foram compatíveis com o perfil característico das frutas, favorecendo, portanto, o desenvolvimento da fermentação láctica espontânea.

2.7.2. Secagem

A secagem é um processo antigo e que garante ao produto a manutenção dos alimentos por mais tempo, conservando as suas características nutricionais. Vários estudos vêm sendo desenvolvidos na busca do desenvolvimento de operações que minimizem os custos e os efeitos adversos do processamento, destacando-se a secagem convectiva.

Leite et al. (2016), avaliando a cinética de secagem da carambola em secador convectivo, concluíram que este processo é possível nas temperaturas estudadas (60, 70 e 80 °C e velocidade do ar de secagem de 1,5 m/s), constatando que tempo de secagem é inversamente proporcional à temperatura e que o modelo matemático de Page foi o que ajustou de forma mais satisfatória os dados experimentais.

Santos et al. (2016), em estudo da modelagem matemática para a descrição da cinética de secagem do fruto da palma (*Opuntia ficus indica*), observaram que a secagem do fruto da palma ocorre no período de taxa decrescente, o que indica a difusão como mecanismo físico mais provável a governar o movimento da umidade, através da estrutura da amostra.

Oliveira et al. (2011), estudando a qualidade de jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) desidratada em um secador de bandejas, com circulação forçada em três

temperaturas do ar de secagem (50, 60 e 70 °C), com um fluxo de 1,5 m/s, concluíram que os maiores valores de matéria seca (75,2 a 76,2%), lipídeos (1,2%) e carboidratos (91,5 a 91,9%), respectivamente, foram obtidos em temperatura de 70 °C em ambos os teores de umidade desejados de (20 e 25%). Já para a proteína, os maiores valores (6,9 a 7,0%) foram obtidos em temperatura de 55 °C.

Santos et al. (2015), em estudo da secagem da polpa de caju (50, 60 e 70 °C), observaram que o teor de umidade reduziu significativamente com o aumento da temperatura de secagem. E que os melhores resultados dos parâmetros analisados concentraram-se no pó produzido a 70 °C.

2.7.3. Farinhas

Segundo a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), as farinhas são produtos obtidos através da moagem ou pulverização de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas, excluindo-se desta definição a farinha desengordurada de soja (BRASIL, 2000). A mesma agência estabelece para farinhas o teor máximo de 15% de umidade, teor que garante ao produto retardamento do processo de deterioração e aumento do tempo de prateleira (BRASIL, 2000).

Cavalcanti et al. (2011) obteve e caracterizou físico-quimicamente a farinha de juá e a mesma apresentou cor e aroma sensorialmente agradáveis, alto teor de açúcares, com sólidos solúveis totais de 4,75 °Brix, baixo teor de proteínas de 5,57% e de lipídios de 1,12%, 4,31% de cinzas e umidade de 8,53%, pH ácido de 4,78 e baixa acidez total titulável com 2,76%. Com estes resultados, concluíram que o fruto do juazeiro desidratado pode ser utilizado como ingrediente em formulações alimentícias diversas.

Em estudo de farinha de vagens de algaroba (80 mesh; 0,18 mm), Muniz et al. (2014), observaram teores de umidade de 6,18%, proteínas de 7,63%, lipídios de 2,79%, cinzas de 2,25%, açúcares totais de 53,25% e pH de 4,71, concluindo que a farinha apresenta potencial para participar como ingrediente em formulação de bolos. Abud e Narain (2009) observaram teores de pectina de 8,39% e valor energético de 314,17% em farinha de resíduos de umbu.

Estudos determinaram o teor de triptofano em farinhas de sementes de abóbora de 15 mg/100g de proteína e (TINOCO et al., 2012) de amendoim 7,3 mg/100g de proteína (FREITAS e NAVES, 2010), de quinoa real (*Chenopodium quinoa* Willd) de 12 mg/100g

de proteína (ALVES et al., 2008), e de feijão 3 mg/100g de proteína (COMAI et al., 2007).

2.7.4. Óleos

Estudos vêm sendo realizados acerca do perfil lipídico dos alimentos, voltados à redução ou eliminação de gordura trans, utilizando óleos vegetais na produção e industrialização de alimentos, associados à melhor qualidade de vida e à prevenção de doenças.

Nozaki et al. (2012), analisando o perfil lipídico da amêndoa da guarirova, concluíram que a amêndoa possui maior concentração de gordura saturada (89,2%), com predomínio do ácido graxo láurico (48,34%).

Amaral et al. (2011) extraíram e caracterizaram o óleo das amêndoas de frutos de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. ex Mart) e concluíram que a polpa de macaúba mostrou-se rica em ácidos graxos de cadeia longa. Por outro lado, a amêndoa é rica em ácido láurico, demonstrando viabilidade para fins industriais.

Silveira et al. (2014), estudando o perfil de ácidos graxos presentes no óleo extraído das sementes de goiaba (*Psidium guajava* L.), encontraram em maior quantidade os ácidos graxos esteárico, eláidico, linoleico e palmítico. Os ácidos graxos alfa linolênico (ômega-3) e oleico (ômega-9) não foram identificados no óleo extraído das sementes de goiaba. Concluindo, portanto, que a extração de óleo a partir das sementes de goiaba é viável, podendo este produto ser uma nova fonte de óleo para consumo humano.

Cavalcanti et al. (2012), avaliando o perfil de ácidos graxos do óleo das amêndoas de faveleira (*Cnidoscylus phyllacanthus* Pax. e K. Hoffm) com e sem espinho, observaram que, na faveleira com espinhos, os ácidos graxos saturados representaram 31,73%, sendo os ácidos graxos palmítico (20,87%) e esteárico (10,55%) os mais abundantes; já os ácidos graxos insaturados representaram 68,27%, sendo o ômega-6 (49,45%) e ômega-9 (17,8%) os mais abundantes. O ácido graxo ômega-3 apresentou menor percentagem com 1,02%. Já a sem espinhos, 29,13% foram dos ácidos graxos saturados e destes 18,85% foram do ácido graxo palmítico e 9,98% do esteárico. O ácido graxo mistérico foi menos abundante em ambas. Os ácidos graxos insaturados representaram 70,67%. Sendo os ômega-6 e ômega-9 com 53,22% e 16,55%, respectivamente e o ácido graxo ômega-3 apresentou 0,91% do total de ácidos graxos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A Figura 3.1 apresenta o fluxograma das etapas executadas no estudo.

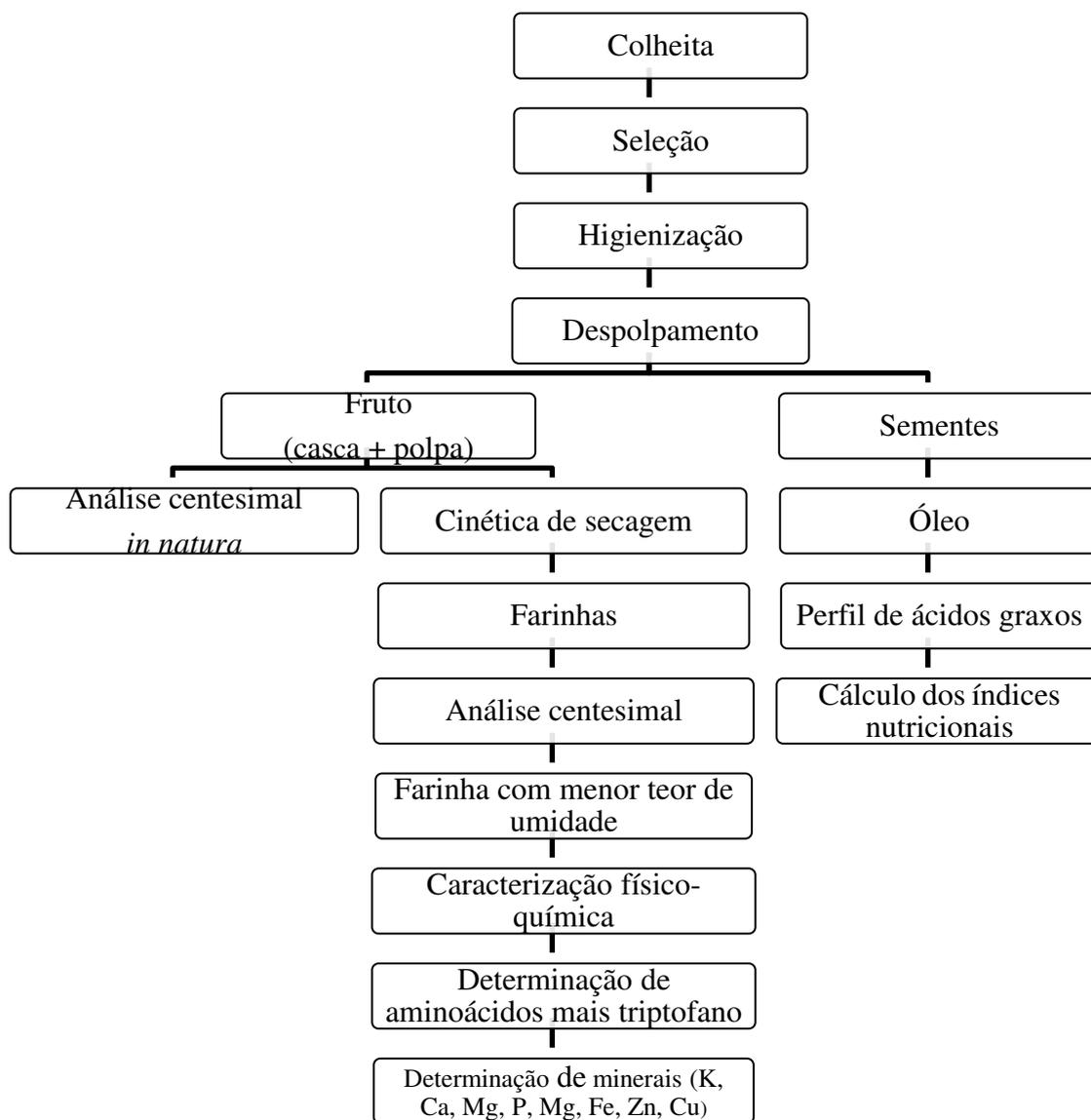


Figura 3.1. Fluxograma das etapas de execução do estudo

3.1. Desenvolvimento do trabalho

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Engenharia Bioquímica e no Laboratório de Transferência em Meios Porosos e Sistemas Particulados, pertencentes à Unidade Acadêmica de Engenharia Química do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, PB, na Unidade de produção e processamento de microalgas da Fazenda Tamanduá em Santa Teresinha, PB, no Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos do ITAL, Instituto de Tecnologia de Alimentos, no Laboratório de

Tecnologias de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba e no Laboratório de Análise do Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante da Universidade Federal de Viçosa, MG.

3.1.1. Colheita

Os frutos do juazeiro utilizados nesta pesquisa foram colhidos no município de Patos, localizado no Território do Médio Sertão Paraibano, na safra de 2015. As plantas foram escolhidas observando-se a sanidade da planta e o acesso à planta. Foi estendida uma lona plástica sob a árvore e, com um tutor, os frutos foram derrubados e recolhidos em sacos plásticos (Figura 3.2), acondicionados em geladeira e, no dia posterior, transportados em caixa de isopor ao laboratório.



Figura 3.2. Colheita

3.1.2. Seleção

Os frutos foram selecionados manualmente, observando danos como machucados, dando-se prioridade aos frutos sadios e com bom aspecto visual.

3.1.3. Higienização

Os juás foram dispostos em recipientes plásticos, lavados em água potável corrente e com detergente neutro, com o objetivo de reduzir prováveis contaminações. Posteriormente, submetidos à sanitização, por meio da imersão em uma solução de hipoclorito de sódio a 50 ppm durante 30 min, em seguida, foram novamente lavados em água corrente para a retirada do excesso da solução e colocados em peneiras para escoamento do excesso de água.

3.1.4. Despulpamento

Os frutos foram despulpados manualmente, com a ajuda de uma faca de aço inoxidável. A polpa do fruto neste estudo refere-se ao fruto sem a semente, ou seja, casca e polpa (Figura 3.3A). Após esse processo, o material foi acondicionado em sacos de polietileno e armazenado em geladeira. Uma pequena parte foi retirada e enviada ao laboratório para realização da análise da polpa *in natura* e com o restante foi procedida à cinética de secagem. As sementes resultantes foram secas e direcionadas à extração do óleo (Figura 3.3B).



Figura 3.3. Despulpamento

A. Matéria prima utilizada para secagem (polpa + casca); B. Matéria prima utilizada para extração do óleo (sementes).

3.2. Caracterização físico-química da polpa do fruto *in natura*

A polpa de juá *in natura* foi submetida à análise da composição centesimal. Foram determinadas a umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos, de acordo com os procedimentos analíticos do IAL (2008). O valor energético (LEHNINGER, 1986) e valores diários de referência (BRASIL, 2003).

3.2.1. Umidade

A umidade foi determinada buscando-se a perda de peso do material submetido ao aquecimento em estufa a 105 ± 3 °C até peso constante e os resultados expressos em porcentagem (IAL, 2008).

3.2.2. Cinzas

Para determinar o teor de cinzas, amostras de aproximadamente 6 g foram colocadas em cadinhos de porcelana e foram incineradas em mufla a 550 °C. Os cadinhos foram aquecidos gradativamente (100 em 100° C) por quatro horas até atingirem 550 °C. Os resultados foram expressos em porcentagem de cinzas. Após esse intervalo, foram resfriados em dessecador e pesados (IAL, 2008).

3.2.3. Lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado através do método de extração de Soxhlet. Pesou-se cerca de 5 g de amostra em um cartucho preparado com papel de filtro, depois se secou a 105 °C em estufa durante 30 min. Após secos, os cartuchos foram introduzidos no extrator Soxhlet e colocados sob refluxo com éter de petróleo, realizando a extração por um período de 6 h. Após esse intervalo, os mesmos foram removidos do extrator, secos em estufa a 105 °C por 30 min, levados para esfriar até temperatura ambiente no dessecador e então foram pesados.

3.2.4. Proteínas

A fração proteica foi determinada pelo nitrogênio total, segundo o método de Kjeldahl e conversão em proteína bruta, utilizando-se o fator 6,25, os resultados são expressos em porcentagem de proteína bruta (IAL, 2008).

3.2.5. Carboidratos

O conteúdo de carboidratos totais foi calculado pela diferença do total e a soma dos percentuais de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas, conforme Eq. 3.1.

$$\text{Carboidratos (\%)} = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídeos}) \quad (3.1)$$

3.3. Valor energético

O valor energético proveniente dos nutrientes foi expressa em quilocalorias (kcal), estimada a partir dos fatores de conversão de Atwater: $\text{kcal} = (4 \times \text{g proteína}) + (4 \times \text{g carboidratos}) + (9 \times \text{g lipídeos})$ (LEHNINGER, 1986).

3.4. Valores diários de referência

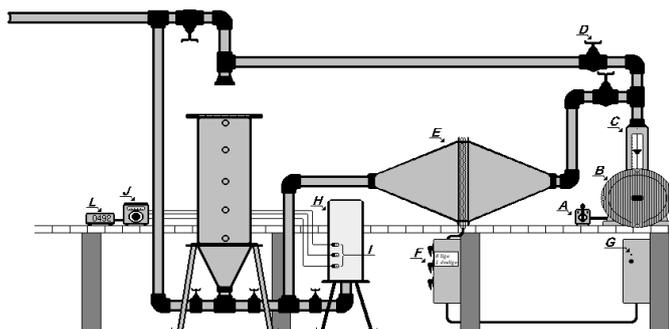
O percentual de valores diários de referência (%VD) foi calculado segundo a Resolução ANVISA RDC 360/03, onde se estabelece a elaboração de rotulagem nutricional com base em dieta de 2000 kcal/dia (BRASIL, 2003).

3.5. Atividade de água (A_w)

Determinou-se a atividade de água a 25 °C utilizando-se o higrômetro Aqualab modelo 3TE da Decagon Devices.

3.6. Cinética de secagem

Para os experimentos de secagem utilizou-se um secador convectivo descrito na Figura 3.4.



Fonte: Alexandre et al. (2013)

Figura 3.4. Diagrama do equipamento utilizado na realização da secagem convectiva.

A. Chave do compressor, B. Ventilador radial, C. Medidor de vazão, D. Válvula reguladora, E. Aquecedor elétrico, F. Chave das resistências, G. Chave do sistema de controle, H. Câmara de secagem, I. Termopares, J. Controlador de temperatura, L. Milivoltímetro digital.

Este secador consiste de um compressor radial que impulsiona o ar no interior da linha de alimentação do leito, rotâmetro, que mede a vazão do ar de secagem.

A câmara de secagem é composta por uma coluna cilíndrica de 17,80 cm de diâmetro e 60 cm de altura. Possui uma seção inferior tronco-cônica que funciona como um distribuidor de ar, onde são colocadas esferas de vidro, empilhadas aleatoriamente, permitindo a uniformidade do ar de secagem em todo o leito.

A câmara é isolada termicamente nas laterais com uma camada de amianto de 1,5 cm de espessura. Nas suas laterais existem furos, onde são colocados termopares para a medição da temperatura do ar de secagem. Existe também outro termopar que é inserido na parte inferior da seção cônica, que serve para enviar sinal ao controlador de temperatura (ALEXANDRE et al., 2013).

Inicialmente, foi verificada velocidade do ar de secagem utilizando um anemômetro de ventoinha e ajustada à temperatura do secador. As amostras compostas da polpa (casca e polpa) de juá com aproximadamente 131 g foram colocadas em uma cesta de material metálico e tela fina de aço inox. O conjunto (cesta + amostra) foi pesado manualmente (Figura 3.5A) e colocado na câmara de secagem, dando início a operação (Figura 3.5B). Foram utilizadas as temperaturas de secagem 50, 60 e 70 °C e as velocidades do ar de secagem de 0,5, 1,0 e 2,0 m/s. A água evaporada foi quantificada através de pesagens contínuas das amostras, seguindo intervalos de 2,5; 5; 7,5; 10; 15; 30 e 60 min, até massa constante (Figura 3.5C). Quando as amostras atingiram massa constante foi determinada a massa seca em estufa a 105 °C por 24 h (IAL, 2008).

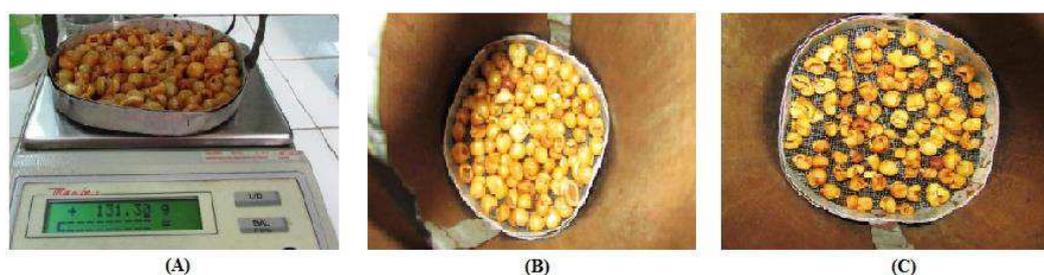


Figura 3.5. Cinética de secagem

A. Pesagem da amostra, B. Início da secagem, C. Término da secagem.

Com os dados das amostras pesadas durante a secagem foram calculadas as razões de umidade ou umidade adimensional conforme Eq. 3.2.

$$RX = \frac{X - X_e}{X_o - X_e} \quad (3.2)$$

Em que:

RX – razão de umidade ou umidade adimensional

- X – umidade absoluta (base seca)
- X_o – umidade inicial (base seca)
- X_e – umidade de equilíbrio (base seca)

Após a cinética, as farinhas resultantes dos nove experimentos foram postas em dessecador, após equilíbrio com a temperatura ambiente foram guardadas em sacos de polietileno identificados. As amostras ensacadas foram armazenadas em um recipiente de vidro com sílica gel até o início das análises.

3.6.1. Modelos de secagem

Para o estudo da cinética de secagem foram utilizadas as equações de Lewis (Eq.3.3), Page (Eq. 3.4) e Henderson e Pabis (Eq. 3.5), ajustados por regressão não linear, utilizado o programa Statistica versão 7.0. Os critérios usados para a determinação do melhor ajuste dos modelos aos dados experimentais foram o coeficiente de determinação (R²) e o desvio quadrático médio (DQM) calculado pela Eq. 3.2.

$$DQM = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (RX_{pre} - RX_{exp})^2} \quad (3.2)$$

Em que:

- DQM* – desvio quadrático médio
- RX_{pre}* – razão de umidade predito
- RX_{exp}* - razão de umidade experimental
- N* – número de dados experimentais

Os modelos semiteóricos de Lewis (Eq.3.3), Page (Eq. 3.4) e Henderson e Pabis (Eq. 3.5) foram ajustados às curvas de secagem.

Lewis

$$RX = \left(\frac{X(t) - X_e}{X_o - X_e} \right) = \exp(-kt) \quad (3.3)$$

Em que:

- RX – razão de umidade do produto

t - tempo de secagem, s

k – constante de secagem, 1/s .

Page

$$RX = e^{-kt^n} \quad (3.4)$$

Em que:

RX - razão de umidade (adimensional)

k – constante de secagem

n - constante do modelo

t – tempo, s

Henderson e Pabis

$$RX = a \exp(-kt) \quad (3.5)$$

Em que:

RX - razão de umidade, adimensional

a - constante de secagem do modelo, adimensional

t – tempo, s

3.7. Composição centesimal das farinhas

As farinhas resultantes após cinética de secagem foram acondicionadas em sacos de polietileno para posterior realização da composição centesimal. Foram determinadas a umidade, cinzas, lipídeos e proteínas conforme IAL (2008). O valor energético descrito por Lehninger (1986) e valores diários de referência, conforme Brasil (2003).

3. 8. Caracterização físico-química

As análises físico-químicas, aminoácidos e minerais foram realizadas na farinha que apresentou teor de umidade dentro do mínimo determinado pela legislação para farinhas que é de 15% (BRASIL, 2000), que foi a do experimento nove, seca na temperatura de 70 °C e velocidades de ar de 2,0 m/s.

3.8.1. pH

A determinação do potencial hidrogeniônico (pH) foi realizada através da leitura direta, em um pHmetro, previamente calibrado com solução tampão pH 7,0 e 4,0, segundo a metodologia do IAL (2008) e os resultados serão expressos em unidades de pH.

3.8.2. Pectina

A quantidade de pectina foi determinada pelo método gravimétrico por precipitação com pectato de cálcio, descrito por Rangana (1979).

3.8.3. Açúcares totais

Os açúcares totais foram determinados pelo método de redução alcalina, descrito pelo IAL (2008) e os resultados expressos em percentagem de glicose.

3.8.4. Amido

O teor de amido foi determinado por polarimetria, segundo a metodologia descrita pelo IAL (2008).

3.9. Valor energético

Método descrito no ponto 3.3.

3.10. Valores diários de referência

Descrito no ponto 3.4.

3.11. Atividade de água (A_w)

De acordo com a metodologia descrita no ponto 3.5.

3.12. Análise de aminoácidos

O teor de aminoácidos foi determinado da farinha, resultante do experimento realizado na temperatura de 70 °C e velocidade de ar de 2,0 m/s. Para determinação dos aminoácidos totais, o método consistiu na derivatização com fenilisotiocianato (PITC) do produto da hidrólise ácida, seguida de análise da mistura por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). As proteínas constituintes dos produtos alimentícios são hidrolisadas a 110 °C, com ácido clorídrico 6 N durante 24 h. Os aminoácidos liberados na hidrólise ácida são reagidos com PITC, segundo Hagen et al. (1989), separados por CLAE em fase reversa, utilizando coluna LUNA C18 (100Å, 5 µm 250 x 4,6 mm; cód. 00G-4252-EQ) e quantificados por detector UV em 254 nm. A quantificação foi feita por calibração interna multinível, utilizando o ácido α -aminobutírico (AAAB) como padrão interno, como descrito por White et al. (1986). Para o cálculo do teor de cada aminoácido, o valor de peso molecular de cada aminoácido foi tomado na forma condensada, ou seja, o peso molecular completo do aminoácido diminuído em 18 u.a.m. (a massa de uma molécula de água), de forma a considerar o aminoácido como se estivesse na sua forma proteica.

3.12.1. Triptofano

Os valores de triptofano foram determinados por espectrofotometria, em meio alcalino. A amostra foi submetida à hidrólise enzimática com pronase a 40° por 24h, posteriormente, foi submetida à reação colorimétrica com p-dimetileno benzaldeído (DAB) e feita a leitura em espectrofotômetro a 590nm (SPIES, 1967). A concentração de triptofano foi calculada por comparação da curva padrão.

3.13. Análise de minerais

O teor de minerais foi determinado da farinha resultante do experimento na temperatura de 70 °C e velocidade de ar de 2,0 m/s. Para quantificar os minerais (K, Ca, Mg, P, Mn, Fe, Zn e Cu), a farinha de juá foi submetida a uma digestão nitroperclórica em blocos digestores, com controle de temperatura. O P foi determinado por colorimetria, o K por fotometria de chama e o Ca, Mg, Cu, Mn, Zn e Fe, por espectrofotometria de absorção atômica. As determinações de minerais no fruto in natura, conforme IAL (2008).

3.14. Análise estatística

Para a elaboração dos modelos, foi utilizado o software Statistica 7.0, com a finalidade de assegurar a validade dos coeficientes dentro de um nível de confiança de 95% através de análises estatísticas apropriadas. Após a análise estatística dos coeficientes, foi realizada uma análise de variância (ANOVA), que consiste na avaliação do coeficiente de determinação (R^2) e do teste F, verificando a qual modelo os dados experimentais apresentam melhor ajuste.

Os dados obtidos da composição centesimal das farinhas advindas da cinética de secagem foram analisados através de análise de variância (ANOVA), em nível de significância de 5% e contraste entre as médias pelo teste de Tukey. Todos os cálculos foram efetuados através do programa Assistat 7.0 (SILVA, 2013).

3.15. Extração do óleo das sementes do juá

As sementes resultantes do despulpamento (Figura 3.6A) foram separadas para extração do óleo. As sementes foram secas em estufa por 72 h com temperatura constante de 40 °C (Figura 3.6B) e trituradas em moinho centrífugo, modelo MCS 280, marca Vieira. O óleo foi extraído em um extrator Soxhlet por 12 h utilizando como solvente o Hexano (Figuras 3.6C e D). A eliminação do solvente foi feita em evaporador rotativo a 70 °C (Figura 3.6E). O óleo foi coletado e acondicionado em recipientes de vidro âmbar (Figura 3.6F) e refrigerados para análise futura (IAL, 2008).

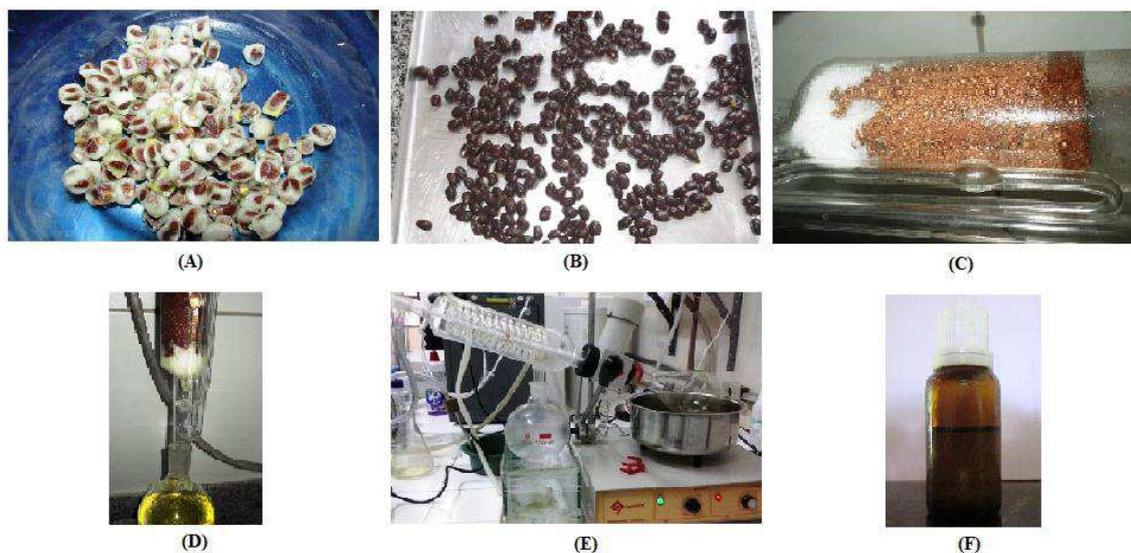


Figura 3.6. Processo de extração do óleo das sementes de juá

3.15.1. Análises de ácidos graxos do óleo da semente do juá

As análises foram realizadas por cromatografia gasosa. A formação de ésteres metílicos de ácidos graxos seguiu o método sugerido por Hartman e Lago (1973), em cromatógrafo gasoso, coluna modelo: CP-Sil 88, 100 m, 0,25 mm, 0,20 µm de filme. A temperatura inicial da coluna foi de 145 °C, e a temperatura final de 235 °C, com programação de 2,5 °C/min; as temperaturas do injetor e do detector foram 270 e 310 °C, respectivamente e o fluxo de hidrogênio foi de 30 mL/min.

3.15.2. Cálculo dos índices de qualidade nutricional do óleo

A qualidade nutricional da fração lipídica foi avaliada por meio do índice de aterogenicidade (IA) (Eq. 3.6), índice de trombogenicidade (IT) (Eq. 3.7), segundo Ulbricht e Southgate (1991); e razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (HH) (Eq. 3.8) segundo Silva et al. (2002), utilizando-se os dados da composição em ácidos graxos. Em que, AGMI: ácidos graxos monoinsaturados; C: carbono; ω: ômega; Σ: somatória conforme equações abaixo:

Índice de aterogenicidade:

$$IA = \frac{C_{12:0} + 4 \times C_{14:0} + C_{16:0}}{\Sigma AGMI + \Sigma \omega 6 + \Sigma \omega 3} \quad (3.6)$$

Em que:

IA - índice de aterogenicidade

$C_{12:0}$ - ácido láurico

$C_{14:0}$ - ácido mirístico

$C_{16:0}$ - ácido palmítico

$\Sigma AGMI$ - somatório de ácidos graxos monoinsaturados

$\Sigma \omega 6$ - somatório de ácidos graxos ômega-6

$\Sigma \omega 3$ - somatório de ácidos graxos ômega-3

Índice de trombogenicidade:

$$IT = \frac{C_{14:0} + C_{16:0} + C_{18:0}}{0.5 \times \Sigma AGMI + 0.5 \times \Sigma \omega 6 + 3 \times \Sigma \omega 3} \quad (3.7)$$

Em que:

IT - índice de trombogenicidade

$C_{14:0}$ - ácido mirístico

$C_{16:0}$ - ácido palmítico

$C_{18:0}$ - ácido esteárico

$\Sigma AGMI$ - somatório de ácidos graxos monoinsaturados

$\Sigma \omega 6$ - somatório de ácidos graxos ômega-6

$\Sigma \omega 3$ - somatório de ácidos graxos ômega-3

Razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos:

$$HH = \frac{C_{18:1\omega 9} + C_{18:2\omega 6} + C_{20:4\omega 6} + C_{18:\omega 3} + C_{20:5\omega 3} + C_{22:5\omega 3} + C_{22:6\omega 3}}{C_{14:0} + C_{16:0}} \quad (3.8)$$

Em que:

HH - hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos

$C_{18:1\omega 9}$ - ácido elaídico

$C_{18:2\omega 6}$ - ácido linoléico

$C_{20:4\omega 6}$ - ácido araquidônico

$C_{18:\omega 3}$ - ácido linolênico

$C_{20:5\omega 3}$ - ácido timnodônico

$C_{22:5\omega 3}$ - ácido eicosapentaenoico (EPA)

$C_{22:6\omega 3}$ - ácido docosahexaenóico (DHA)

$C_{14:0}$ - ácido mirístico

$C_{16:0}$ - ácido palmítico

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Composição centesimal, valor energético e atividade de água da polpa (casca e polpa) do juá

A caracterização do fruto (casca e polpa) *in natura* de juá está apresentada na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Composição centesimal, valor energético e atividade de água da polpa (casca e polpa) do juá

Componentes	Média ± DP ¹	%VD
Umidade (b.u.) (%)	71,47 ± 0,11	
Cinzas (%)	1,13 ± 0,02	
Proteínas (%)	2,13 ± 0,02	
Lipídeos (%)	1,15 ± 0,02	
Carboidratos (%)	24,12 ± 0,07	
Vl. energético (Kcal/100)	115,37 ± 0,62	6%
Atividade de Água (A_w)	0,940 ± 0,00	

¹Dados apresentados como média ± desvio padrão; DP - Desvio padrão; %VD - Valores diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo das necessidades energéticas (BRASIL, 2003).

O teor de umidade foi de 71,47%, resultado inferior ao descrito por Moniz (2008) em frutos de *Z. joazeiro* de 78,98% e Silva (2014) de 79,01%. As características químicas e físico-químicas sofrem influência de fatores internos da espécie como variedade e tipo de fruto e externos do ambiente como variações de temperatura e tipo de solo (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Valores superiores de umidade foram observados em jenipapo do Cerrado, média de 80,42% (HAMACEK et al., 2013), cajarana do sertão (*Spondias* sp) de 89,19% (LIMA et al., 2012) e em mangaba de 83,55% (PERFEITO et al., 2015).

O resultado das cinzas foi de 1,13%, superior ao encontrado por Sousa et al. (2013) na polpa de juá oriunda do Cariri paraibano de 0,73% e por Lago-Vanzela et al. (2011) em Cajá manga (*Spondias cytherea* Sonn.) de 0,39%. Segundo Fregonesi et al. (2007), não há parâmetros na legislação para as cinzas, contudo, a relevância da sua determinação é expressar o teor das substâncias minerais existentes na amostra. O teor de proteínas do presente estudo foi de 2,13%, superior ao encontrado por Silva (2014) em juá de 2,01%,

em curriola (*Pouteria ramiflora*) de 2,08%, guabiroba (*Campomanesia cambessedeano*) de 1,43% e murici (*Byrsonima verbascifolia*) de 1,94%, (MORZELLE et al., 2015).

Quanto à composição em lipídeos, o juá apresentou teor de 1,15%, superior ao encontrado no mesmo fruto por Sousa (2014). Segundo Lago-Vanzela et al. (2011), os lipídeos são moléculas altamente energéticas, porém, são encontradas em pequenas quantidades em frutas e hortaliças.

Para o teor de carboidratos, o juá apresentou um total de 24,12%. Este valor foi superior ao teor de carboidratos da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) integral de 2,35% e da grumixama (*Eugenia brasiliensis*, Lam) de 4,20%, semelhante ao teor encontrado na casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) de 25,79% (AGUIAR et al., 2010; FREGONESI et al., 2007; REOLON et al., 2009).

Quanto ao valor energético, o juá apresentou 115,37 Kcal/100g, correspondendo a 6% das necessidades calóricas de um adulto com uma dieta de 2.000 Kcal (BRASIL, 2003). Em estudo da caracterização química de cajá manga, Damiani et al. (2011) observaram o valor energético inferior de 64,10 Kcal/100g e Silva et al. (2008b), observaram valores energéticos superiores em chichá (*Sterculia striata* A. St. Hil. e Naud) e em macaúba (*Acrocomia aculeata* Mart.) de 421,07 Kcal/100g e 285,65 Kcal/100g, respectivamente.

A atividade de água na polpa do juá foi de 0,94%, semelhante ao observado por Sousa et al., (2013) na polpa do mesmo fruto de 0,98% e ao encontrado na polpa de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum) de 0,97% (GONÇALVES et al., 2013). A atividade de água é um dos fatores que está associada ao crescimento de microrganismos e com as reações hidrolíticas, polpas de frutas tendem a uma atividade de água superior a 0,98 (GAVA et al., 2008).

4.2. Cinética de secagem do fruto

4.2.1 Modelos matemáticos

A Tabela 4.2 apresenta os valores dos parâmetros, coeficientes de determinação (R^2) e os desvios quadráticos médios (DQM) referentes aos dados experimentais da cinética de secagem do fruto de juazeiro nas temperaturas e velocidades do ar estudadas, ajustados aos modelos utilizados, Page, Henderson e Pabis e Lewis, ajustados.

Tabela 4.2. Parâmetros estimados pela equação de Page, Handerson e Pabis e Lewis para os dados de secagem, coeficiente de determinação e erro relativo médio para fruto (casa+polpa) de juá desidratado.

Modelo	T (°C)	V ar (m/s)	Parâmetros		R ²	DQM
			k (s ⁻ⁿ)	n		
Page	50	1,0	0,044	0,671	0,999	0,007
	50	1,5	0,047	0,664	0,999	0,010
	50	2,0	0,022	0,857	0,999	0,010
	60	1,0	0,029	0,811	0,999	0,005
	60	1,5	0,042	0,748	0,999	0,007
	60	2,0	0,054	0,705	0,999	0,011
	70	1,0	0,029	0,864	0,999	0,008
	70	1,5	0,062	0,793	0,999	0,010
	70	2,0	0,044	0,853	0,999	0,007
Modelo	T (°C)	V ar (m/s)	Parâmetros		R ²	DQM
			k (s ⁻ⁿ)	a		
Henderson e Pabis	50	1,0	0,008	0,888	0,991	0,048
	50	1,5	0,008	0,888	0,992	0,040
	50	2,0	0,011	0,968	0,998	0,021
	60	1,0	0,012	0,946	0,998	0,022
	60	1,5	0,013	0,923	0,996	0,030
	60	2,0	0,014	0,919	0,993	0,035
	70	1,0	0,016	0,960	0,999	0,016
	70	1,5	0,028	0,947	0,996	0,030
	70	2,0	0,024	0,959	0,999	0,020
Modelo	T (°C)	V ar (m/s)	Parâmetros		R ²	DQM
			a			
Lewis	50	1,0	0,010		0,983	0,060
	50	1,5	0,011		0,990	0,053
	50	2,0	0,012		0,998	0,024
	60	1,0	0,013		0,996	0,030
	60	1,5	0,015		0,993	0,040
	60	2,0	0,017		0,990	0,043
	70	1,0	0,017		0,998	0,022
	70	1,5	0,030		0,995	0,031
	70	2,0	0,025		0,998	0,022

Dentre os modelos testados, o de Page foi o que apresentou os maiores valores de R² (> 0,99) e menores de DQM (<0,002) para todas as temperaturas. Vários estudos comprovam o ajuste de cinética de secagem de produtos agrícolas ao modelo de Page. Alexandre et al. (2013), estudando a cinética de secagem em camada fina de resíduo de

abacaxi; Menezes et al. (2013), na cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço de maracujá amarelo; Nunes et al. (2014), em estudo de cinética de secagem de polpa de jabuticaba e Leite et al. (2016), em cinética de secagem de carambola.

Observa-se que todos os modelos apresentaram bons ajustes aos dados experimentais de secagem, com R^2 superiores a 0,98, podendo ser utilizados na predição da cinética de secagem do fruto. Moraes Filho et al. (2014), Melo et al. (2013) e Madureira et al. (2012), também verificaram coeficientes de determinação superiores a 0,98 ao estudarem a secagem de acerola, mandacaru e figo da índia, respectivamente.

A Figura 4.1 apresenta as curvas de secagem do Juá, ajustadas ao modelo de Page nas três temperaturas 50 °C (A), 60 °C (B) e 70 °C (C) e velocidades de ar de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s.

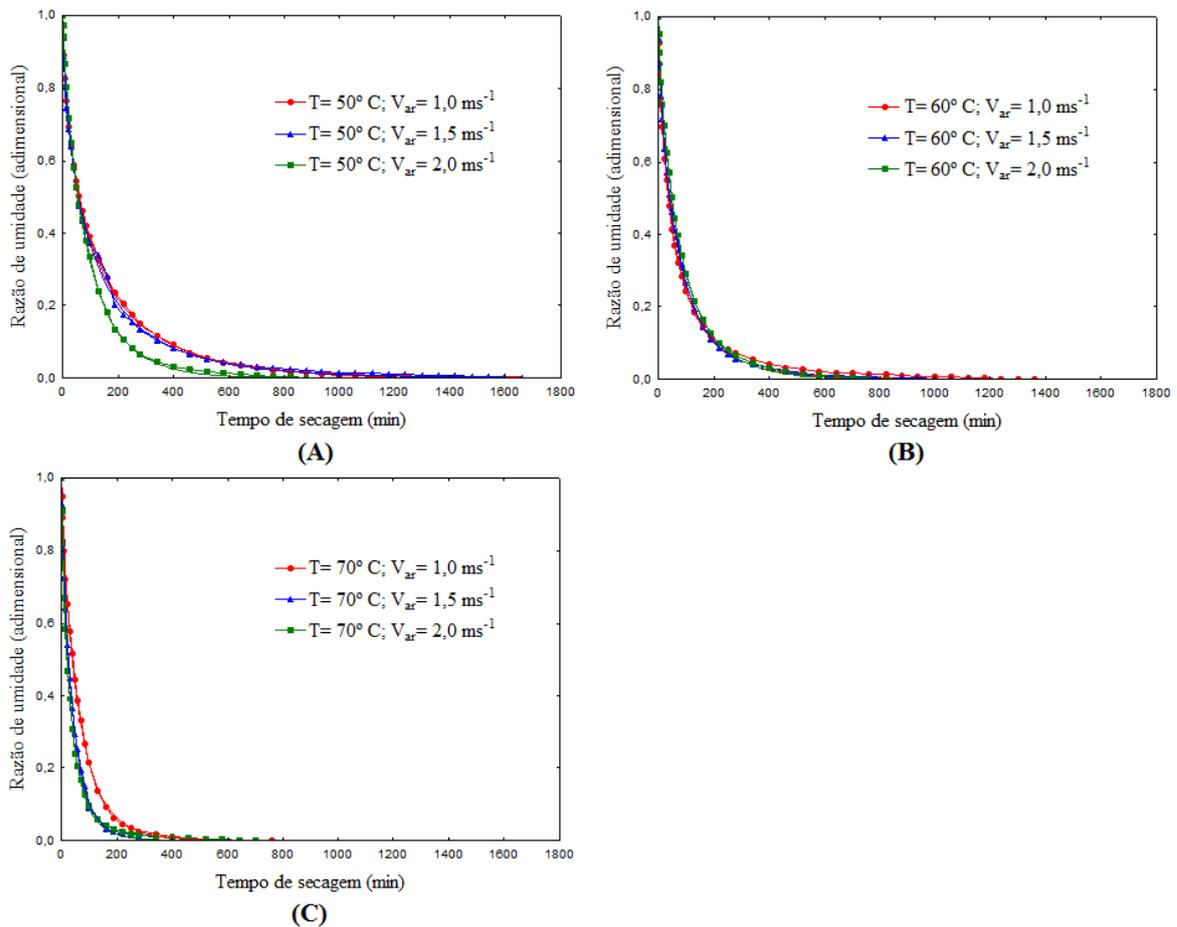


Figura 4.1. Curvas de secagem do juá (casca+polpa) nas temperaturas 50 °C (A), 60 °C (B) e 70 °C (C), velocidades de ar estudadas de 1,0, 1,5 e 2,0 m/s ajustadas ao modelo de Page

Observa-se que para as condições estudadas, a cinética de secagem não ocorreu em período de taxa constante, verificando-se o período de taxa decrescente a secagem do juá. Estes resultados estão de acordo com trabalhos realizados com secagem de produtos como feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) (CAMICIA et al., 2015), fruto da palma, *Opuntia ficus indica*, (SANTOS et al., 2016). Ferreira et al. (2012) concluíram que a todo o processo de secagem do bagaço de uva ocorre a taxa decrescente; e não há, portanto, período de taxa constante de secagem.

De forma geral, a temperatura teve maior influência sobre a secagem, o que evidencia é que com o aumento da temperatura diminui o tempo de secagem. Santos et al. (2010) observaram na secagem de carambola em secadores de bandeja nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C e com fluxo de ar de 1,5 m/s, que o tempo de secagem depende da temperatura, sendo menor para maiores temperaturas. Costa et al. (2015), em estudo de cinética de frutos de Crambe, observou que com o aumento da temperatura ocorreu diminuição do tempo de secagem. O mesmo ocorrido com a secagem de polpa de Oiti nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C (Sousa et al., 2011).

Com relação às velocidades de ar, observa-se pequena influência nas temperaturas de 50 °C (A) e 70 °C (C), contudo, na temperatura de 60 °C as curvas estão quase sobrepostas, mostrando que não houve influência das velocidades de ar.

A grande influência da temperatura e a não influência da velocidade do ar pode ser explicada pela cinética do fruto, que ocorre no período de taxa decrescente de secagem, período em que a taxa de evaporação é controlada pela diferença de temperatura entre o centro do material e sua superfície (difusão) e não pela evaporação desta umidade na superfície sob influência da velocidade do ar (BARBOSA-CANOVAS e GUADALUPE OLIVAS, 2009). Esses resultados estão ligados ao tipo de material, teor de água, processo de secagem e metodologia utilizada para sua obtenção (CORRÊA et al., 2006).

Na avaliação de cinética de secagem de cajá, Gouveia et al. (2003) observaram pequena influência da velocidade de ar sobre as curvas de secagem, Menezes et al. (2013), observaram que a velocidade do fluxo de ar não exerceu influência significativa na secagem do bagaço do maracujá e Machado et al. (2010) observaram que a velocidade do ar, embora exerça influência no processo, não foi o parâmetro controlador da secagem. Os mesmos autores afirmam que para condição operacional utilizada, a resistência externa à transferência de massa pode ser desprezível, o que permite admitir que a secagem é controlada pela difusão de água no interior do produto e que o controle do processo depende da difusão interna.

4.3. Composição centesimal da farinha

Na Tabela 4.3 encontram-se os resultados da composição centesimal das farinhas de juá após cinética de secagem.

Tabela 4.3. Composição centesimal da farinha de juá.

Experimento (T, °C e Var, m/s)	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídeos (%)	Carboidratos (%)
50 e 1,0	25,28 ± 0,61 a	3,45 ± 0,02 abc	7,08 ± 0,04 b	0,73 ± 0,05 b	63,45 ± 0,56 f
50 e 1,5	22,15 ± 0,74 b	3,26 ± 0,26 bc	6,70 ± 0,09 c	0,57 ± 0,03 c	67,32 ± 0,95 c
50 e 2,0	20,84 ± 0,74 bc	3,44 ± 0,01 abc	5,68 ± 0,05 f	0,75 ± 0,03 b	69,28 ± 0,73 d
60 e 1,0	19,91 ± 0,81 c	3,11 ± 0,48 c	6,40 ± 0,03 d	0,94 ± 0,05 a	69,65 ± 0,85 d
60 e 1,5	17,28 ± 0,47 d	3,92 ± 0,02 a	5,76 ± 0,03 f	0,95 ± 0,02 a	72,09 ± 0,44 c
60 e 2,0	15,26 ± 0,25 e	3,47 ± 0,00 abc	6,75 ± 0,04 c	0,57 ± 0,02 c	73,95 ± 0,20 b
70 e 1,0	13,50 ± 0,26 f	3,76 ± 0,27 ab	6,77 ± 0,02 c	0,54 ± 0,03 c	75,47 ± 0,55 ab
70 e 1,5	13,48 ± 0,68 f	3,93 ± 0,02 a	5,92 ± 0,02 e	0,38 ± 0,01 d	76,28 ± 0,69 a
70 e 2,0	12,40 ± 0,54 f	3,46 ± 0,02 abc	7,26 ± 0,06 a	0,71 ± 0,03 b	76,17 ± 0,52 a

Os valores de uma mesma coluna, com a mesma letra, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey a 5%); Dados apresentados como média ± desvio padrão; DP - Desvio padrão; T – Temperatura; Var – Velocidade do ar.

Com relação à umidade, observa-se que os maiores teores se mantiveram na menor temperatura de 50 °C, seguido de teores intermediários para a temperatura de 60 °C e menores para 70 °C.

Considerando as velocidades de ar, observa-se que na temperatura de 50 °C houve a maior média na velocidade de 1,0 m/s, nas velocidades intermediárias de 1,5 e 2,0 m/s não houve diferença significativa. Na temperatura de 60 °C a velocidade de ar de 1,0 m s⁻¹ foi igual ao experimento anterior (E - 50 °C e 2,0 m/s) e inferior às demais velocidades de ar (1,5 e 2,0 m/s), que não diferiram entre si. Na temperatura de 70 °C não houve diferença significativa entre as três velocidades de ar.

Cavalcanti et al. (2011) obtiveram uma umidade de 8,53% em farinha de juá obtida em estufa com circulação de ar a 65 °C por 24 h, resultado inferior aos encontrados no presente estudo. Ramos et al. (2008), em estudo com abacaxi durante o processo de desidratação, obteve o teor de umidade de 20,6%, base úmida, que encontra-se dentro da faixa de umidade para frutas desidratadas. Em estudo com farinha de cascas de banana verde, secas em estufa a 105 °C por 36 h, Castilho et al. (2014) obtiveram umidade de 14,30% na variedade maçã.

A Portaria n° 593, de 2000, determina para farinhas o mínimo de 15% de umidade, neste estudo a média de umidade do experimento de temperatura de 70 °C e velocidade de ar de 2,0 m s⁻¹ apresentou consonância com os parâmetros estabelecidos (BRASIL, 2000).

Bactérias e leveduras requerem níveis de umidade superior a 30% para se desenvolverem, no entanto, alguns fungos são capazes de se desenvolverem em alimentos com baixos teores de umidade, até 12% (SPOTO, 2006).

Para os percentuais de cinzas, observa-se na Tabela 4.3, que não houve diferença significativa para os resultados das médias dos experimentos.

Em frutos desidratados de juá, Cavalcanti et al. (2011) encontraram o teor de cinzas de 4,32%, superior ao máximo teor encontrado nesse estudo. Em estudo com farinha de casca de jaboticaba, Lamounier et al. (2015) concluíram que o produto apresentou um alto teor de cinzas de 4,23%. A composição das cinzas nos alimentos corresponde à quantidade de minerais presentes e variam em função da composição do solo onde o vegetal foi cultivado. Os minerais são importantes para a função celular, auxiliam no metabolismo e em alguns casos fazem parte da composição dos tecidos orgânicos (VIEITES et al., 2011).

Para os teores de proteínas, observa-se que o maior percentual concentrou-se no experimento nove (E9: 70 °C e 2,0 m/s), com significância de 5% pelo teste de Tukey. Com teor de 7,26%, esse resultado é superior ao determinado por Cavalcanti et al. (2011) em farinha do mesmo fruto de 5,57% e por Oliveira et al. (2011) em jaca desidratada de 6,68%.

Nos teores de lipídeos, observam-se as maiores médias nos experimentos 4 (E4 - 60 °C e 1,0 m/s) e 5 (E5 - 60 °C e 1,5 m/s), de 0,94 e 0,95%, respectivamente, o menor percentual no E8 (E8 - 70 °C e 1,5 m/s) de 0,38%. Estes valores foram inferiores ao observado no mesmo fruto por Cavalcanti et al. (2011) de 1,13% e aos encontrados por Uchoa et al. (2008) em pós alimentícios de caju de 3,03% e goiaba de 9,74%, contudo, superior ao encontrado pelos mesmos autores em maracujá de 0,75%.

O baixo teor de lipídeos talvez seja consequência da não presença de sementes no material desidratado. Segundo Abud e Narain (2009), em estudo realizado com resíduos de umbu, acerola, goiaba e maracujá, a presença de sementes nos resíduos de goiaba e maracujá proporcionou um maior teor de lipídeos em relação aos demais. Por outro lado, Rocha et al. (2008) ressaltaram que frutas e hortaliças possuem baixas quantidades de lipídeos, estando esse componente em maiores quantidades em oleaginosas, o que é confirmado em estudo comparativo entre farinha de castanha-do-brasil e banana verde, que apresentaram teores de lipídeos de 68,6 e 0,88%, respectivamente (MEDEIROS et al., 2010).

Para os carboidratos, o juá desidratado apresentou os maiores teores significativamente iguais nos experimentos oito (E8 - 70 °C e 1,5 m/s), nove (E9 - 70 °C

2,0 m/s), sete (E7: 70 °C 1,0 m/s) e o menor no experimento 1 (E1: 50 °C 1,0 m/s). Os percentuais médios estão na faixa entre 63,45 a 76,28%, valores inferiores ao encontrado no estudo com o mesmo fruto por Cavalcanti et al. (2011) de 80,45% e superior ao observado em abacaxi desidratado de 43,90% (SIMON et al., 2015), em residuo agroindustrial de manga de 38,27% (SILVA e SILVA, 2015) e em sementes desidratadas de acerola de 57,24% (AGUIAR et al., 2010), os mesmos autores afirmam que quando alimentos são desidratados há um acréscimo na concentração de nutrientes.

Os carboidratos são a maior fonte de energia para o organismo humano. Alimentos ricos em carboidratos podem ser utilizados para enriquecer energeticamente a alimentação, seja pelo consumo direto ou através da inclusão no desenvolvimento de novos produtos (ABUD e NARAIN, 2009).

4.4. Composição físico-química e de atividade de água da farinha

Na Tabela 4.4 segue os teores de atividade de água (A_w), açúcares totais, pH, pectina, amido e acidez da farinha de Juá.

De forma geral, somente a análise do teor de umidade de um alimento não é suficiente para predizer sua estabilidade, pois alguns alimentos são instáveis, mesmo apresentando baixos teores de umidade. Dessa maneira, é importante que juntamente com o teor de umidade seja também avaliada a disponibilidade da água no alimento, ou seja, seu estado termodinâmico, que é expresso em termos de atividade de água (A_w) (MUJUMDAR, 2007).

Com relação à atividade de água, a farinha apresentou valor de 0,25, resultado aproximado aos teores observados em farinhas de cajú e algaroba, de 0,30 e 0,31, respectivamente (SANTOS et al., 2015; SOUZA e CORREIA, 2013). Resultados adequados à atividade de água para produtos desidratados. Segundo Gava et al. (2008), a A_w varia de 0 a 1, mas o limite mínimo que permite o desenvolvimento de microrganismos é de 0,60, considerando que a maioria dos fungos se desenvolvem em atividade de água superior a 0,8 e os xerófilos na faixa de 0,70 e 0,75 (GOMES et al., 2012).

Tabela 4.4. Composição físico-química e de atividade de água da farinha

Farinhas	Autor	Composição (média ± DP) ¹					
		Atividade de Água (A _w)	Açúcares totais (%)	pH	Pectina (%)	Amido (%)	Valor Energético (Kcal/100 g)
Juá	Presente Estudo	0,25±0,02	41,55±0,63	4,93±0,02	4,08±0,02	14,10±0,07	340,13±2,29
Pedúnculo do Caju	Santos et al. (2015) e Alcântara et al. (2007)	0,30	28,50	3,93	8,39		
Casca de jabuticaba	Lamounier et al. (2015)			3,27			
Vagens de Algaroba	Muniz et al. (2014) e Souza e Correia (2013)	0,31	53,25	5,42			
Juá	Cavalcanti et al. (2011)			4,78			
Manga Tommy Atkins	Bezerra et al. (2011)		39,42	3,80			
Casca de maracujá	Santana et al. (2011)						244,77
Umbu	Abud e Narain (2009)			3,12	13,70		314,17
Banana	Borges et al. (2009)					72,20	385,30
% VD *							16%

¹Dados apresentados como média ± desvio padrão; DP - Desvio padrão; %VD - Valores diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ; Os valores diários podem ser maiores ou menores, dependendo das necessidades energéticas (BRASIL, 2003).

Quanto aos açúcares totais, a farinha apresentou média de 41,55%, superiores aos resultados encontrados por Bezerra et al. (2011) em farinha de manga Tommy Atkins de 39,42 e inferior ao encontrado por Muniz et al. (2014) em farinha de vagens de algaroba de 53,25%.

Os teores de pectina do juá de 4,08% foram inferiores a pectina em farinha de caju e umbu de 8,39 e 13,70%, respectivamente (ALCÂNTARA et al., 2007; ABUD e NARAIN, 2009).

O percentual de amido da farinha de juá de 14,10% inferior ao encontrado em farinha de banana que foi de 72,20% (BORGES et al., 2009). O teor de amido desse estudo é considerado baixo em relação ao mínimo exigido pela legislação de 75% para farinhas (BRASIL, 2000).

Em relação ao valor energético, foi encontrado o teor 340,13 Kcal/100 g. Estudos determinaram os valores energéticos inferiores para farinhas de maracujá (244,77%) e umbu (314,17%) e superiores para banana (385,30%) (SANTANA et al., 2011; ABUD e NARAIN, 2009; BORGES et al., 2009).

Levando em consideração os valores diários de referência (IDR) estabelecidos pela ANVISA, para valor energético (BRASIL, 2003) o juá desidratado atinge em média 16% dessa referência, demonstrando assim que os frutos desidratados são uma alternativa viável para o enriquecimento energético de dietas.

4.5. Análise de aminoácidos da farinha

A Tabela 4.5 apresenta a composição de aminoácidos da farinha do fruto do juazeiro em base seca.

Tabela 4.5. Perfil de aminoácidos essenciais (mg/g de proteína) da farinha de juá e as recomendações da FAO para adultos.

Aminoácidos	Farinha de juá (mg/g proteína)	Padrão FAO/WHO¹ Adulto (mg/g proteína)
Histidina	8	15
Isoleucina	18	30
Leucina	33	59
Lisina	22	45
Metionina	1,4	16
Metionina + Cisteína	3	22
² Cisteína	1,4	6
Fenilalanina	18	
Fenilalanina + Tirosina	22	38
² Tirosina	4	
Treonina	14	23
Triptofano	18	6
Valina	23	39

¹FAO (2011);²Cisteína e tirosina são aminoácidos semi-essenciais.

Foram identificados dezoito aminoácidos. Todos os aminoácidos essenciais foram detectados na farinha, com maior teor de Leucina (33 mg/g de proteína), Valina (23 mg/g de proteína), Lisina (22 mg/g de proteína), Triptofano (18 mg/g de proteína), isoleucina (18

mg/g de proteína), fenilalanina (18 mg/g de proteína), treonina (14 mg/g de proteína). Com destaque ao triptofano (18 mg/g de proteína), com teor acima do padrão de referência estabelecido pela FAO (2011) para adultos que é de 6mg/g proteína.

As proteínas mais desejadas do ponto de vista nutricional são aquelas que fornecem boa digestibilidade e quantidades adequadas de aminoácidos essenciais. Normalmente, as proteínas de origem vegetal são consideradas de baixo valor biológico por serem deficientes em um ou mais aminoácidos. Contudo, o consumo na mesma refeição de misturas de proteínas de alimentos diferentes, que sozinhas seriam consideradas de baixo valor biológico, podem complementa-se e formar uma composição proteica adequada (RIBEIRO et al., 2007).

O teor de triptofano observado na farinha de juá de 18 mg/g de proteína foi superior ao encontrado em farinha de sementes de abóbora de 15 mg/g de proteína e (TINOCO et al., 2012) de amendoim 7,3 mg/g de proteína (FREITAS e NAVES, 2010), de quinoa real (*Chenopodium quinoa* Willd), de 12 mg/g de proteína (ALVES et al., 2008) e de feijão 3 mg/g de proteína (COMAI et al., 2007).

É importante destacar o alto teor de triptofano na farinha de juá em relação a outros alimentos, porque a evidencia como rica fonte deste aminoácido. O triptofano é precursor da serotonina, 5-Hidroxitriptamina (5-HT), neurotransmissor envolvido no controle do sono, da dor, da agressividade, do comportamento sexual, da saciedade, do aprendizado, da memória, da percepção sensorial e da depressão, funções do sistema nervoso central (CARVALHO-SANTOS et al., 2010). Os mesmos autores observaram a utilização do triptofano no consumo alimentar a partir de estudos com ratos nutridos com esse aminoácido e que tiveram redução na ingestão alimentar comparados aos nutridos com solução salina.

Tabela 4.6. Perfil de aminoácidos não essenciais da farinha de juá.

Aminoácidos	(mg/g proteína)
Ácido glutâmico	91
Ácido aspártico	84
Alanina	26
Arginina	25
Cisteína	1,4
Glicina	22
Prolina	28
Serina	26
Tirosina	4

Os teores mais elevados foram observados para o ácido glutâmico 91 mg/g de proteína e do ácido aspártico 84 mg/g de proteína. Estes aminoácidos são classificados como não essenciais, contudo, servem como fonte de nitrogênio para o organismo humano, que pode convertê-los em outros aminoácidos não essenciais e também podem ser utilizados para a obtenção de energia. Destes aminoácidos derivam a glutamina e a asparagina, respectivamente, que constituem importantes reservas de aminoácidos do organismo (VASCONCELOS et al., 2006).

4.6. Análise de minerais da farinha

Os perfis de macrominerais da farinha e seus respectivos teores estão representados na Tabela 4.7.

Tabela 4.7. Teores de minerais

Farinhas	Autor	Minerais (mg/100 g)								
		K	Ca	Mg	P	Fe	B	Mn	Zn	Cu
Juá	Presente estudo	1118	356	114	95	3,00	2,10	1,00	0,80	0,40
Banana Verde	Borges et al. (2009)	1180	130	70	100	17,80	0,10	4,60	533	5,50
Casca banana prata	Castilho et al. (2014)	604	362	85	-	-	-	-	-	-
Manga Rosa	Bezerra et al. (2011)	277	393	940		12		1,6	5	8
IDR¹ (mg/dia)		-	1000	260	700	14	-	2,3	7	*900

¹IDR - Ingestão diária recomendada (BRASIL, 2005); *µg/dia

O mineral em maior quantidade no juá foi o potássio 1118 mg/100 g, seguido do cálcio com 356 mg/100 g, magnésio 114 mg/100 g, e fósforo com 95 mg/100 g.

O conteúdo de potássio no juá foi aproximado ao encontrado em farinha de banana verde de 1180 mg/100 g, (BORGES et al., 2009) e em casca de banana verde das cultivares maçã de 825,28 mg/100 g e prata de 603,69 mg/100 g, fruto considerado fonte rica desse mineral (CASTILHO et al., 2014).

Embora a IDR não estabeleça valores para a ingestão deste macromineral, ele é um importante elemento para o equilíbrio hídrico do organismo, promovendo o funcionamento de músculos e do metabolismo intracelular e junto com o sódio e o cloro desempenha importantes funções no organismo. A baixa concentração de potássio no plasma é

conhecida por hipocalcemia, no entanto, por ser facilmente encontrado nos alimentos e fazer parte de uma dieta padrão, a ocorrência de deficiência desse mineral em indivíduos saudáveis é baixa (MARIA, 2008).

O teor de cálcio no juá desidratado foi de 356 mg/100 g, 51% da recomendação mínima de ingestão do cálcio para crianças, adolescentes e adultos de ambos os sexos variam entre 700 mg e 1.200 mg/dia. Nas fases de crescimento, gestação e lactação o consumo deve ser aumentado em média para 1.200 mg/dia (BRASIL, 2005).

Com base na tabela brasileira de composição de alimentos (TACO, 2011), o leite e seus derivados são considerados de melhores fontes deste mineral. O leite apresenta 890 mg e o queijo prato 940, embora superiores ao encontrado no juá de 356 mg/100 g, este pode ser considerado boa fonte deste mineral, seu teor foi superior ao encontrado em farinha de banana verde de 130 (BORGES et al., 2009) e semelhante ao encontrado em manga variedade rosa de 393 mg/100 g (BEZERRA et al., 2011) e em casca de banana prata 362 mg/100 g (CASTILHO et al., 2014).

Para os micronutrientes a maior quantidade de ferro = 3,00 mg/100 g, boro = 2,10 mg/100 g; manganês = 1,00 mg/100 g; zinco = 0,80 mg/100 g e cobre 0,40 mg/100 g. Os valores de microminerais encontrados foram inferiores aos teores de farinhas de frutas como banana e manga, destacando no teor de boro em relação à banana verde.

4.7. Propriedades nutricionais do óleo das sementes do juá

4.7.1. Perfil de ácidos graxos

A composição de ácidos graxos da semente de juá está apresentada na Tabela 4.8, no total foram identificados nove ácidos graxos, sendo cinco Saturados (palmítico C 16:0; esteárico C 18:0; araquídico C 20:0; behênico C 22:0; lignocérico C 24:0), dois Monoinsaturados (oléico C 18:1 ω 9; Cis 11 eicosenóico C 20:1 ω 11) e dois Poliinsaturados (alfa linolênico C 18:3 ω 3; linoléico C 18:2 ω 6).

Relacionado à quantificação de ácidos graxos, o óleo da semente de juá apresentou uma maior concentração de ácidos graxos insaturados, 64,51% do total, sendo 38,68% de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e 25,83% de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI). A fração saturada apresentou 34,41% de ácidos graxos saturados (AGS).

Tabela 4.8. Composição de ácidos graxos do óleo da semente de juá

Ácidos graxos	Teor (%)
Palmítico (C 16:0)	16,80
Esteárico (C 18:0)	11,80
Araquídico (C 20:0)	2,46
Behênico (C 22:0)	2,31
Lignocérico (C 24:0)	1,04
Σ Saturados (AGS)	34,41
Oléico (C 18:1 ômega-9)	37,31
Cis 11 Eicosenóico (C 20:1 ω11)	1,37
Σ Monoinsaturados (AGMI)	38,68
Alfa Linolênico (C 18:3 ômega-3)	15,63
Linoléico (C 18:2 ômega-6)	10,20
Σ Poliinsaturados (AGPI)	25,83
Ácidos graxos não identificados (N. I.)	1,08

Nas gorduras e óleos vegetais, existe um misto de ácidos graxos saturados (AGS) e insaturados (AGMI; AGPI). Em estudo com cultivares de soja, Vieira et al. (1999) observaram na cultivar EMBRAPA-4, 83% de AGPI, superior ao encontrado no óleo de juá de 25,83 e 39,93% de AGMI, resultado semelhante ao observado neste estudo de 38,68%. Em óleo de amêndoas de macaúba (*Acrocomia aculeata*), Amaral et al. (2011) obtiveram 71,05% de AGS percentual acima do encontrado no óleo da semente de juá que foi de 34,41%. Em óleo de sementes de goiaba, Silveira et al. (2014) obtiveram 63,87% de AGS, 16,56% de AGMI e 19,66% de AGPI.

Dos monoinsaturados, o oléico (C 18:1 ômega-9) foi o de maior percentual 37,31%, inferior ao encontrado por Ferreira et al. (2008), de 67,6% em frutos de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.) e superior aos encontrados por Amaral et al. (2011) de 25,76% em óleo de amêndoas de macaúba (*Acrocomia aculeata*) e Matuda e Netto (2005) em sementes de jatobá do cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.) de 28,07%, similar ao encontrado por Massafera et al. (2010) em óleo de semente de abacate de 35,83%. O ácido graxo oleico é o mais interessante do grupo monoinsaturado, apresenta efeitos nutricionais positivos sobre o perfil lipídico, influenciando na diminuição do colesterol total, LDLc (*Low Density Lipoprotein*) e triglicéridos (PEREIRA, 2010), também possui a capacidade de reduzir os efeitos inflamatórios provocados pelo ácido esteárico (C 18:0) (HARVEY et al., 2010) e é recomendado em dietas, pois tem função protetiva contra a aterogênese (SPOSITO et al., 2007). Este ácido graxo vem sendo adicionado a outros óleos, tanto com

fins de benefícios à saúde, como para aumentar a estabilidade oxidativa do produto (HUANG e SUMPIO, 2008).

Quanto aos poliinsaturados, observa-se no óleo da semente de juá uma quantidade considerável do ácido graxo essencial Alfa linolênico, (C 18:3 ômega-3) de 15,63% e o Linoléico (C 18:2 ômega-6) de 10,20%. Segundo Freitas e Naves (2010), os óleos de nozes e sementes comestíveis são compostos principalmente pelos ácidos oléico (C 18:1 ômega-9) e linoléico (C 18:2 ômega-6), notadamente o óleo de juá confirma essa afirmação com relação ao ácido oléico, encontrado predominantemente no perfil, contudo, apresenta maior quantidade de Alfa linolênico em relação ao linoléico.

De acordo com Lottenberg (2010), as principais fontes de ômega-3 são a linhaça, a soja e a canola. Merey (2014), em estudo com óleo de linhaça, observou o percentual de aproximadamente 56% deste ácido graxo na sua composição, quase quatro vezes superior ao encontrado no óleo da semente do juá de 15,63%. Este, porém, apresentou percentuais maiores que os óleos de soja 7%, de canola 10%, de nozes 10,4% (MARTIN et al., 2006), podendo ser considerado como importante fonte do ácido graxo ômega-3.

Estudos comprovam que o consumo de alimentos ricos em ômega-3 proporcionam redução de IMC (índice de massa corporal), de CA (circunferência abdominal), TG (triglicerídios), CT (colesterol total), LDLc (*Low Density Lipoprotein*) e no aumento de níveis séricos de HDLc (*High Density Lipoprotein*) (COUTO e WICHMANM, 2011; MOLENA-FERNANDES et al., 2010)

Na fração saturada, o ácido de maior concentração foi o palmítico (C 16:0) com percentual de 16,80%, seguido do esteárico (C 18:0) de 11,80%, além de teores menores de araquídico (C 20:0) 2,46%, behênico (C 22:0) 2,31% e lignocérico (C 24:0).

O percentual observado de ácido palmítico foi superior ao encontrado por Hiane et al. (2006) em amêndoas de bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (jacq.) lodd.), por Lopes et al. (2010) em sementes de passifloras nativas do cerrado entre 10,2 e 15,3% e em castanha de caju 10,32 e 9,02% palmítico e esteárico, respectivamente (FREITAS e NAVES, 2010). Contudo, em estudo com feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp), cultivar BRS-Milênio, cultivada no Nordeste brasileiro com teor do ácido palmítico de 26,5% (FROTA et al., 2010) e em amêndoa de faveleira com e sem espinho de 20,87 e 18,85% (CAVALCANTI et al., 2012) foram superiores ao encontrado no óleo de sementes de juá.

Quando comparado à gordura poliinsaturada, o ácido palmítico eleva a concentração plasmática de colesterol e do LDL. Quanto ao ácido Esteárico, embora apresente cadeia saturada, não ocasiona o mesmo efeito devido a desidrogenação ser mais

rápida que o alongamento da cadeia, convertendo-se rapidamente em oleico no fígado (LOTTENBERG, 2010).

A baixa porcentagem de ácido behênico (C 20:0) encontrada neste estudo é positiva, uma vez que altas concentrações desse ácido em óleos apresentam sérias implicações nutricionais, pois o behênico é de difícil digestão para humanos e animais (AKPINAR et al., 2003).

A relação AGPI/AGS foi de 0,75 (Tabela 4.9), considerando que o valor recomendado é acima de 0,45, segundo o DHS (1994) o resultado encontrado é considerado satisfatório. Sora et al. (2015) estudaram o perfil de ácidos graxos de sementes de pimentas do gênero *Capsicum* e observaram relações bem mais elevadas de AGPI/AGS, entre 1,40 e 5,18 em razão das elevadas quantidades de AGPI, principalmente ácido linoleico, semelhante ao óleo de amendoim de 1,70 e ao óleo de oliva extra virgem de 0,74 (ZAMBIAZI et al., 2007).

Tabela 4.9. Índices nutricionais da fração lipídica do óleo da semente de juá

Índices	Relação
AGPI/AGS	0,75
Ômega-6/ ômega-3	0,65
IA	0,26
IT	0,40
HH	3,93

AGS - Ácidos graxos saturados; AGPI - Ácidos graxos poli-insaturados; AGPI/AGS - Relação entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados, relação entre ácidos graxos $\omega 6$ e $\omega 3$ (ômega-6 e 3, respectivamente); IA - Índice de aterogenicidade; IT - Índice de trombogenicidade; HH - Razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos.

Relacionado à saúde, o consumo dos ácidos graxos insaturados proporcionam numerosos benefícios ao organismo humano, já que os ácidos graxos mono e poliinsaturados são essenciais para o corpo humano, por não serem sintetizados pelo organismo (ROCKENBACH et al., 2012). Entretanto, esse consumo deverá ser equilibrado, pois em excesso é prejudicial à saúde e induz o aumento da oxidação lipídica e diminuição do HDL (lipoproteína de alta densidade) (SPOSITO et al., 2007).

Quanto a razão de AGPI ômega-6/ômega-3, o óleo da semente de juá, apresentou o valor de 0,65, semelhante ao encontrado em Freitas e Naves (2010) em macadâmia, de 0,70, de acordo com o que vem sendo sugerido na literatura. Novello e Pollonio (2012), em estudo do perfil de ácidos graxos do óleo da linhaça dourada e marron, observaram uma relação ômega-6/ ômega-3 baixa para ambas as variedades de 0,38 e 0,35, respectivamente.

Este resultado se deu devido à elevada quantidade de ácido graxo alfa linolênico, presente em ambas as variedades de semente de linhaça.

Vilela e Bazotte (2013) relatam que devido a elevada quantidade de ácidos graxos $\omega 6$ consumidos atualmente, é recomendada a ingestão diária de maiores quantidades de alimentos ricos em $\omega 3$ para diminuir a elevada razão $\omega 6/\omega 3$.

4.7.2. Índices de qualidade nutricional

Em relação aos índices de qualidade nutricional IA (índice de aterogenicidade), IT (índice de trombogenicidade) e HH (razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos), o óleo apresentou IA = 0,26, IT = 0,40 e HH = 3,93. Nozaki et al. (2012) calcularam os valores de IA = 0,69; IT = 1,32; HH = 1,39 no óleo das sementes de guarirova. Aoki (2012) determinou os índices de qualidade nutricional para o óleo de macaúba IA = 0,359, IT = 0,709 e HH = 2,958 e para o azeite de oliva IA = 0,200, IT = 0,451 e HH = 4,872.

Os resultados demonstram que o óleo de Juá apresenta maior disponibilidade de ácidos graxos anti-aterogênicos e anti-trombogênicos do que o óleo de guarirova e de macaúba.

Da mesma forma, em relação à razão H/H, os óleos de guarirova e de macaúba apresentaram menores quantidades de ácidos graxos hipocolesterolêmicos em relação aos resultados obtidos no estudo. Valores inferiores ao encontrado no óleo do juá foram observados nos óleos de peixes, como cachara (1,75), pintado (1,84), pacu (1,66), dourado (1,49) e salmão (2,34) (TONIAL et al., 2010).

Os índices de qualidade nutricional do óleo do Juá foram positivos, considerando que não existem valores recomendados, contudo, quanto mais baixos os IA e IT, mais adequados e favoráveis à saúde (ASSUNÇÃO, 2007) e quanto maior o índice HH, maior a qualidade nutricional do óleo (SOUSA BENTES et al., 2009).

5. CONCLUSÕES

1. A cinética de secagem dos frutos de juá possui taxa de secagem decrescente.
2. Verifica-se que a temperatura é a variável que exerce maior influência no processo de secagem.
3. Dentre os modelos testados, o de Page se ajustou melhor aos dados da cinética de secagem do juá.
4. A farinha resultante do experimento de temperatura de 70 °C e velocidade de ar do 2,0 m/s apresentou umidade dentro do valor requerido pela legislação para farinhas de 15% e as melhores características nutricionais de proteínas, cinzas e carboidratos.
5. Os minerais com maiores quantidades na farinha foram o potássio, cálcio, magnésio (macro) e ferro (micro).
6. O perfil de aminoácidos apresentou todos os aminoácidos essenciais, com destaque para o triptofano, acima do padrão de referência estabelecido pela FAO/adultos.
7. Com relação à composição de ácidos graxos das sementes de juá, foram identificados nove ácidos graxos, sendo a maior percentual de mono e poliinsaturados.
8. O ácido graxo predominante no perfil foi o monoinsaturado oleico (C 18:1 ômega-9), nos poliinsaturados destacou-se o alfa linolênico (C 18:3 ômega-3) em relação ao linolênico (C 18:3 ômega-6).
9. Em relação aos índices de qualidade nutricional, o óleo da semente de juá mostrou-se com bom potencial para a promoção da saúde, por apresentar valores baixos de IA e IT e maiores de HH.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, p. 257-265, 2009.

AGUIAR, T. M.; RODRIGUES, F. S.; SANTOS, E. R.; SABAA-SRUR, A. U. Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**, v. 35, n. 2, p. 91-102, 2010.

AKPINAR, E. K.; BICER, Y.; YILDIZ, C. Thin layer drying of red pepper. **Journal of Food Engineering**, v.59, p.99-104, 2003.

ALCÂNTARA, S. R.; ALMEIDA, F. de A. C. de; SILVA, F. L. H. da. Emprego do bagaço seco do pedúnculo do caju para posterior utilização em um processo de fermentação semi-sólida. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, p. 137-142, 2007.

ALEXANDRE, H. V.; SILVA, F. L. H. da; GOMES, J. P.; SILVA, O. S. da; CARVALHO, J. P. D; LIMA, E. E. de. Cinética de secagem do resíduo de abacaxi enriquecido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 640-646, 2013.

ALMEIDA, M. M.; SOUSA, P. H.; FONSECA, M. L.; MAGALHÃES, C. E.; LOPES, M.; LEMOS, T. L. Avaliação de macro e microminerais em frutas tropicais cultivadas no nordeste brasileiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, p. 581-586, 2009.

ALVES, L. F.; ROCHA, M. S.; GOMES, C. C. F. Avaliação da qualidade protéica da quinua real (*Chenopodium quinoa* Willd) através dos métodos biológicos. **Revista Científica**, v. 1, p. 1-19, 2008.

AMARAL, F. P.; BROETTO, F.; BATISTELLA, C. B.; JORGE, S. M. Extração e caracterização qualitativa do óleo da polpa de amêndoas de frutos de macaúba (*Acrocomia*

aculeata (Jacq) Lodd. ex Mart) coleta na região de Botocatu, SP. **Energia na Agricultura**, v. 26, p. 12-20, 2011.

ANDRADE, A. P.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. M.; SILVA, D. S. Produção animal no semiárido: o desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 4, p. 1-14, 2010.

AOQUI, M. **Caracterização do óleo da polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) e Azeite de Oliva (*Olea europaea* L.) virgem extra e seus efeitos sobre dislipidemia e outros parâmetros sanguíneos, tecido hepático e mutagênese em ratos Wistar**. Dissertação de Mestrado; 122 p. Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, MS, 2012.

ARAÚJO, B.; SILVA, M. C.; MOREIRA, F. J.; SILVA, K.; TAVARES, M. K. Caracterização biométrica de frutos e sementes, química e rendimento de polpa de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.). **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 11, p. 15-21, 2015.

ARAUJO, F. M. P.; SILVA, R. P. F. da; REGO, L. V. C. do; LOPES, S. de F.; BARBOSA, R. R. D. Previsibilidade de chuvas no agreste paraibano: levantamento etnobotânico sobre as plantas que prenunciam chuva. In: Workshop Internacional Sobre Água no Semiárido Brasileiro, 1, **Anais...**Campina Grande, 2013.

ASSUNÇÃO, J. M. P. **Contribuição para o estudo da composição lipídica e do valor nutricional de leites e produtos lácteos dos Açores**. Dissertação de Mestrado, 133 p. Universidade de Lisboa, Lisboa, 2007.

AUSTIN, D.; GABBERTT, T.; JENKINS, D. Repeated high-intensity exercise in professional rugby union. **Journal of sports Sciences**, v. 29, p. 1105-12, 2011.

AZOUBEL, P. M.; BAIMA, M. A. M.; AMORIM, M. da R.; OLIVEIRA, S. S. B. de. Effect of ultrasound on banana cv Pacovan drying kinetics. **Journal of Food Engineering**, v. 97, p. 194- 198, 2010.

AZZOUZ, S.; JOMAA, W.; BELGHITH, A. Drying kinetic equation of single layer of grapes. In: *Internacional Drying Symposium*, 11, 1998, Halkidiki, Greece. **Proceedings...**Greece: A. S. Mujumdar, p. 988-997. 1998.

BARBOSA-CANOVAS, G. V.; GUADALUPE I.; OLIVAS. **Edible films e coatings for fruits and vegetables**. In: *Edible Films and Coatings for Food Applications*, Milda E. Embuscado and Kerry C. Huber, eds. Chapter 7. New York: Springer, 2009.

BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento; MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Iniciativas de economia verde no Brasil: experiências das esferas federativas em promover uma economia verde inclusiva**. Brasília: Maio de 2012. 125 p.

BORGES, A. de M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. de. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 333-339, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA **Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 360 de 26 de dezembro de 2003**. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/ec3966804ac02cf1962abfa337abae9d/Resolucao_RDC_n_360de_23_de_dezembro_de_2003.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em 01 de Mar. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA **Portaria nº 593 de 25 de agosto de 2000**. Regulamento técnico para produtos de cereais, amido, farinhas e farelos. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/divulga/consulta/index.htm>, acesso em 12 de Dez. 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, ANVISA. **Resolução RDC nº 482 de 23 de setembro de 1999**. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga*. Brasília, DF, 2010. 368p.

BRITO, S. M.; COUTINHO, H. D.; TALVANI, A.; CORONEL, C.; BARBOSA, A. G., VEGA, C. Analysis of bioactivities and chemical composition of *Ziziphus joazeiro* Mart. using HPLC–DAD. **Food Chemistry**, p. 185-191, 2015.

CABO, J.; ALONSO, R.; MATA, P. Omega-3 fatty acids and blood pressure. **British Journal of Nutrition**, v. 107, p. 195-200, 2012.

CAMICIA, R. G.; CHRIST, D.; COELHO, S. R.; CAMICIA, R. F. Modelagem do processo de secagem de sementes de feijão-caupi. **Revista Caatinga**, v. 28, p. 206–214, 2015.

CARVALHO-SANTOS, J.; QUEIRÓS-SANTOS, A.; MORAIS, G. L.; SANTANA, L. H. S.; BRITO, M. G.; ARAÚJO, R. C. S.; MANHÃES-DE-CASTRO, R.; DEIRÓ, T. C. B. de J.; BARRETO-MEDEIROS, J. M. Efeito do tratamento com triptofano sobre parâmetros do comportamento alimentar em ratos adultos submetidos à desnutrição neonatal, **Revista de Nutrição**, v. 23, p. 503-511, 2010.

CASTILHO, L. G.; ALCANTARA, B. M.; CLEMENTE, E. Desenvolvimento e análise físico-química da farinha da casca, da casca in natura e da polpa de banana verde das cultivares maçã e prata. **Exacta**, v. 7, p. 107-114, 2014.

CAVALCANTI, M. T., BORA, P. S., CARVAJAL, J. C.; FLORENTINO, E. R. Análise térmica e perfil de ácidos graxos do óleo das amêndoas de faveleira (*Cnidosc ulus phyllacanthus* Pax. e K. Hoffm) com e sem espinho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, p. 154-162, 2012.

CAVALCANTI, M. T.; SILVEIRA D. C. da; FLORÊNCIO I. M.; FEITOSA V. A.; ELLER S. C. W. de S. Obtenção da farinha do fruto de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) e caracterização físico-química. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, p. 220-224, 2011.

CHIARA, V. L.; SICHIERI, R.; CARVALHO, T. dos S. F. de. Teores de ácidos graxos trans de alguns alimentos consumidos no Rio de Janeiro. **Revista de Nutrição**, v. 16, p. 227-233, 2003.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio. 2 ed., Lavras: UFLA, 2005, 783 p.

COELHO, S. E. dos A. C.; GUBERT, M. B. Insegurança alimentar e sua associação com consumo de alimentos regionais brasileiros. **Revista de Nutrição**, v. 28, p. 555-567, 2015.

COMAI, S.; BERTAZZO, A.; BAILONI, L.; ZANCATO, M.; COSTA, C. V. L.; ALLEGRI, G. The content of proteic and nonproteic (free and protein-bound) tryptophan in quinoa and cereal flours. **Food Chemistry**, v. 100, p. 1350-1355, 2007.

CORADIN, L.; SIMINSK, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 934 p. 2011.

CORRÊA, P. C.; RESENDE, O.; RIBEIRO, D. M. Drying characteristics and kinetics of coffee berry. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, p.1-10, 2006.

COSTA; L. M.; RESENDE O.; GONÇALVES, D. N.; OLIVEIRA, D. E. C. Modelagem matemática da secagem de frutos de Crambe em camada delgada. **Bioscience Journal**, v. 31, p. 392-403, 2015.

COUTO, A. N.; WICHMANN, F. M. A. Efeitos da farinha de linhaça no perfil lipídico e antropométrico. **Alimentos e Nutrição**, v. 22, p. 601-608, 2011.

CRUZ M. C. S.; SANTOS P. O.; BARBOSA J. R. A. M.; MELO D. L. F. M; ALVIANO C. S.; ANTONIOLLI A. R.; ALVIANO D. S.; TRINDADE R. C. Antifungal activity of Brazilian medicinal plants involved in popular treatment of mycoses. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 111, p. 409-412, 2007.

DAMIANI, C.; SILVA, F. A. da S.; AMORIM, C. C. de M.; SILVA, S. T. P; ASQUIERI, E. R.; VERA, R. Néctar misto de cajá-manga com hortelã: caracterização química, microbiológica e sensorial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, p.301-309, 2011.

DELGADO-LISTA, J.; PEREZ-MARTINEZ, P.; LOPEZ-MIRANDA, J.; PEREZ-JIMENEZ, F. Long chain omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: a systematic. **British Journal of Nutrition**, v. 107, p. 201-213, 2012.

DHSC - Department of Health and Social Security. **Nutritional aspects and cardiovascular disease: report on health and social subjects**. v. 46, 178 p, 1994.

DIONELLO, R. G.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; PEREIRA, R. C.; VIANA, A. P.; VINICIUS, O.; CARLESSO, V. O. Desidratação osmótica de frutos de duas cultivares de abacaxi em xarope de açúcar invertido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.596-605, 2009.

FAO - Food and Agricultural Organization, **Dietary protein quality evaluation in human nutrition, Report of an FAO Expert Consultation**. FAO food and nutrition paper, n. 92, 66 p. 2011.

FERNANDES, E. C.; FERREIRA, A. D.; ARAUJO, E. L.; COSTA, E. M.; MOLINA-RUGAMA, A. J. Insectos visitantes de flores de *Ziziphus joazeiro* Mart.(Rhamnaceae) en una región de Caatinga en el Brasil. **Revista Caatinga**, v. 26, p. 16-20, 2013.

FERREIRA, E. S.; LUCIEN, V. G.; AMARAL, A. S.; SILVEIRA, C. da S. Caracterização físico-química do fruto e do óleo extraído de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart.). **Alimentos e Nutrição**, v. 19, p. 427-433, 2008.

FERREIRA, F. W. da S. **Levantamento da vegetação da caatinga utilizada na alimentação animal no Oeste Potiguar**. Dissertação de Mestrado, 76 p. Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró/RN, 2014.

FERREIRA, L. F.; PIROZI, M. R.; RAMOS, A. M.; PEREIRA, J. A. Modelagem matemática da secagem em camada delgada de bagaço de uva fermentado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p. 855-862, 2012.

FONSECA, F. C.; SANTOS, J. D.; BRANCO, A. Selective extraction of betulinic acid from *Zizyphus joazeiro* Mart. bark: A preliminary study. **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v. 5, p. 417-421, 2013.

FONTELES, T. V.; LEITE, A. K. F.; SILVA, A. R. A.; CARNEIRO, A. P. G.; MIGUEL E. de C.; CAVADA, B. S.; RODRIGUES, S. Ultrasound processing to enhance drying of cashew apple bagasse puree: Influence on antioxidant properties and in vitro bioaccessibility of bioactive compounds. **Ultrasonic Sonochemistry**, v. 31, p. 237-249, 2016.

FREGONESI, J. A.; VEIRA, D. M.; KEYSERLINGK, M. A. G. V.; WEARY, D. M. Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 5468-5472, 2007.

FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista de Nutrição**, v. 23, p. 269-279, 2010.

FROTA, K. de M. G.; MORGANO M. A.; SILVA M. G. da; ARAÚJO M. A. da M.; MOREIRA-ARAÚJO R. S. dos R. Utilização da farinha de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp) na elaboração de produtos de panificação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 44-50, 2010.

GARCÍA, C. G.; POLO, A. S.; IHA, N. Y. Extratos de frutas e corantes polypyridinic rutênio para sensibilização de Ti O₂ em células solares fotoeletroquímicas. **Journal of fotoquímica e fotobiologia A: Química**, v. 160, p. 87, 2003.

GAVA, A. J.; SILVA, C.A.B. da; FRIAS, J. G. **Tecnologia de alimentos: Princípios aplicações**, São Paulo: Nobel, 2008. 98 p.

GOMES, G. M. S; REIS, R. C; SILVA, C. A. D. T. da; Obtenção de farinha de feijão caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, p.31-36, 2012.

GONÇALVES, M. V.; SILVA, J. P.; MATHIAS, S. P.; ROSENTHAL, A.; CALADO, V. M. Caracterização físico-química e reológicas da polpa de cupuaçu congelada (*Theobroma grandiflorum* Schum). **Ciências Exatas e Engenharia**, v. 3, p. 46-53, 2013.

GOUVEIA, J. P. G. de; ALMEIDA, F. de A. C.; FARIAS, E.; SILVA, M. M. da; CHAVES, M. da C. V.; REIS, L. S. Determinação das curvas de secagem em frutos de cajá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, p. 65-68, 2003.

HALL, C. W. **Drying and storage of agricultural crops**. Westport: AVI, 1980, 381p.

HAMACEK, F. R.; MOREIRA, A. V.; MARTINO, H. S.; RIBEIRO, S. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Valor nutricional, caracterização física e físico-química de jenipapo (*Genipa americana* L.) do cerrado de Minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**, v. 24, p. 73-77, 2013.

HARTMAN, L.; LAGO, R. A. C. **Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. Laboratory Practice, London**, v. 22, p. 475-97, 1973.

HARVEY, K. A.; WALKER, C. L.; XU, Z.; WHITLEY, P.; PAVLINA, T. M.; HISE, M.; ZALOGA, G. P.; SIDDIQUI, R. A. Oleic acid inhibits stearic acid-induced inhibition of cell growth and pro inflammatory responses in human aortic endothelial cells. **Journal of Lipid Research**, v. 51, p. 3470-80, 2010.

HENDERSON, S. M.; PABIS, S. Grain drying theory. I. Temperature effect on drying. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 33, p. 169-174, 1961.

HIANE, P. A.; BALDASSO, P. A.; MARANGONI, S.; MACEDO, L. R. Chemical and nutrition evaluation of kernels of bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 683-689, 2006.

HOLSER, R. A.; BOST, G.; BOVEN, M. van. Phytosterol composition of hybrid hibiscus seed oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 2546-8, 2004.

HUANG, C. L.; SUMPIO, B. E. Olive oil, the mediterranean diet and cardiovascular health. **Journal American College of Surgeons**, v. 207, p. 407-416, 2008.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, IV ed. (1ª ed. Digital) São Paulo, 1.020 p. 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010: resultados preliminares do Universo.** Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_resultados_universo.shtm Acesso em: 5 ago. 2015.

IOM - Institute of Medicine. **Dietary reference intakes: applications in dietary planning.** Washington, DC: National Academies Press, 2002.

LAGO-VANZELA, E. S.; RAMIN, P.; UMSZA-GUES, M. A.; SANTOS, G. V.; GOMES, E.; SILVA, R. da. Chemical and sensory characteristics of pulp and peel 'caja-manga' (*Spondias cytherea* Sonn.) jelly. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 31, p. 398-405, 2011.

LAMOUNIER, M. L.; ANDRADE, F. d.; MENDONÇA, C. D. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha de casa da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 70, p. 93-104. 2015.

LANCELLOTTI, S. **Pirâmide alimentar brasileira e outros guias alimentares.** 2013. Imagem disponível em: ><http://nutricionistaslancellotti.blogspot.com.br/2013.piramide-alimentar.html>. Acesso em: 22 mai. 2016.

LEHNINGER, A.L. **Princípios de bioquímica.** 4.ed . São Paulo: Sarvier, 1986, 211 p.

LEITE, D. D.; PEREIRA, E. M.; ALBUQUERQUE, A. P.; MENDES, F. D.; ALEXANDRE, H. V. Avaliação da cinética de secagem da carambola em secador convectivo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, p. 01-04, 2016.

LEWIS, W. K. The rate of drying of solid materials. **Journal of Industrial and Engineering Chemistry**, v. 5, p. 427-432, 1921.

LIMA, F. S.; LIMA, E. Q.; OLIVEIRA, E. d.; FERNANDES NETO, J. T. Caracterização físico-química e bromatológica da polpa de *Spondias sp.* (Cajarana). **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 7, p. 44-56, 2012.

LIMA, R.B. **A família Rhamnaceae no Brasil: diversidade e taxonomia**. Tese de Doutorado, 292 p. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

LOPES, R. M.; SEVILHA, A. C.; FALEIRO, F. G.; SILVA, D. B. da; VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. da S. Estudo comparativo do perfil de ácidos graxos em semente de passifloras nativas do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, p. 498-506, 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 3. ed. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2009, v. 2, 384 p. il. Color

LOTTENBERG, S. A. **Manual de diabetes mellitus. Liga de controle de diabetes mellitus do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina-USP**. São Paulo: Atheneu, 2010.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. Editora Leitura e Arte Editora, São Paulo, 413 p. 2004.

MAIA, L. A.; GURGEL, P. N. C. T. Um olhar sobre a utilização de plantas forrageiras da caatinga como estratégia de convivência com a seca no Alto-Oeste Potiguar. **GEO Temas**, v 3, p. 31-43, 2013.

MACHADO, A. V.; OLIVEIRA, E. L.; SANTOS, E. S.; OLIVEIRA, J. A.; FREITAS, L. M. Estudo cinético da secagem do pedúnculo de caju e um secador convencional. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, p. 36 -42, 2010.

MADUREIRA, I. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M.; SILVA FILHO, E. D. Cinética de secagem da polpa do figo-da-india. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 14, p. 525-534, 2012.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia**. Roca LTDA, 2010.

MARIA, C. A. B. **Bioquímica básica: Introdução a bioquímica dos hormônios, sangue, sistema urinário, processos digestivo e absorptivo e micronutrientes**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

MARLLON, W. **Efeito de extratos vegetais de flor de seda e juazeiro no manejo de pragas na cultura do tomateiro**. Dissertação de Mestrado, 70 p. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2013.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V. de; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E. de; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, p. 761-770, 2006.

MARTINAZZO, A. P.; MELO, E. C.; CORRÊA, P. C.; SANTOS, R. H. S. Modelagem matemática e parâmetros qualitativos da secagem de folhas de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.12. p.488-498, 2010.

MASSAFERA, G.; BRAGA COSTA, T. M.; OLIVEIRA, J. E. D. de. Composição de ácidos graxos do óleo do mesocarpo e da semente de cultivares de abacate (*Persea americana* Mill.) da região de Ribeirão Preto, SP. **Alimentação e Nutrição**, v. 21, p. 325-331, 2010.

MATUDA, T. G.; NETTO, F. M. Caracterização química parcial da semente de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 353-357, 2005.

MEDEIROS, M. J.; OLIVEIRA, P. A. A. C.; SOUZA, J. M. L.; SILVA, R. F.; SOUZA, M. L. Composição química de misturas de farinhas de banana verde com castanha-do-brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, p. 396-402, 2010.

MELO, K. D.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M.; FERNANDES, T. K.; BEZERRA, M. D. Secagem em camada de espuma de polpa do fruto de Mandacaru: experimentação e ajustes de modelos matemáticos. **Revista Caatinga**, v. 26, p. 10-17, 2013.

MENEZES, M. L.; STRÖHER, A. P.; BARROS, S. T. Análise da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá amarelo. **Engevista**, v. 15, p. 176-186, 2013.

MENDES, B. V. **Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.): símbolo da resistência das plantas das Caatingas**. Fundação Vingtum Rosado. Coleção Mossoroense, série B, n. 1331. 25 p, 1996.

MEREY, L. S. F. **Repercussões dos ácidos graxos polinsaturados em gestantes e recém-nascidos suplementados com ômega-3 e óleo de linhaça dourada**. Tese de Doutorado, 131p. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2014.

MOLENA-FERNANDES, C. A.; SCHIMIDT, G.; OLIVEIRA NETO, E. R.; CUMAN, R. K. N. Avaliação dos efeitos da suplementação com farinha de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) marrom e dourada sobre o perfil lipídico e a evolução 91 ponderal em ratos Wistar. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 12, p. 201-207, 2010.

MONIZ-BRITO, K. L.; OSUNA, J. T. A. Influência dos tratamentos físicos e químicos na germinação de *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Magistra**, v. 20, p. 16-21, 2008.

MORAES FILHO, F.; OLIVEIRA, E.; NÓBREGA, E.; OLIVEIRA, J. A.; CORREIA, R. Secagem convectiva da acerola (*Malphigia emarginata* DC.): Aplicação de modelos semiteóricos. **Holos**, v. 01 , p. 86-95, 2014.

MORETO, E.; FETT, R. GONZAGA, L. V.; KUSKOSK, E. M. **Introdução à ciência de alimentos**. 2. Ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008, 255 p.

MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C. de; VILAS BOAS, E. V. de B.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabiroba e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 96-103, 2015.

MUJUMDAR, A. S. **Handbook of industrial drying**. 3rd Ed. CDC Press, Boca Raton, 2007.

MUNIZ, M. B.; SILVA, F. L. H. da; GOMES, J. P.; SILVA, C. G. da; 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", In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 20, **Anais...COBEQ 2014**. São Paulo: Blucher, p. 4412-4419, 2014.

NEVES, R. C.; JORGE, A. S.; OLIVEIRA, W. P.; SODRÉ, L. P.; MASQUETO, G. M.; ROSA, E. C. Jardins comestíveis como proposta interdisciplinar sensibilizadora para trabalhar a alimentação e nutrição saudáveis. **Revista Eletrônica de Educação e Ciência**, v. 3, p. 1-5, 2013.

NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Caracterização físico-química e microbiológica da linhaça dourada e marrom (*Linum usitatissimum* L.). **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, p. 291-300, 2012.

NOZAKI, V. T.; MUNHOZI, C. L.; GUIMARÃES, R. D.; HIANE, P. A.; ANDREU, M. P.; VIANA, L. H. Perfil lipídico da polpa e amêndoa da guarirova. **Ciência Rural**, v.42, p. 1518-1523, 2012.

NUNES, J. S.; CASTRO, D. S.; MOREIRA, I. d.; SOUSA, F. C.; SILVA, W. P. Descrição cinética de secagem da polpa de jabuticaba usando modelos empíricos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, p. 20-26, 2014.

OLIVEIRA, A. K.; COELHO, M.; MAIA, S. S.; DIÓGENES, F. É.; MEDEIROS FILHO, S. Atividade alelopática de extratos de diferentes partes de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart. – Rhamnaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, p. 685-690, 2012a.

OLIVEIRA, J. E. D. de; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**. 2 ed. Sarvier, São Paulo, 156p., 2010.

OLIVEIRA, L. F.; GODOY, R. L.; BORGES, S. V. Qualidade de jaca (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.). **Brazilian Journal Food Technology**, v. 14, p. 241-248, 2011.

OLIVEIRA O. R. C.; SANTANA, M. G.; SANTOS, F. S.; CONCEIÇÃO, F. D.; SARDINHA, F. L. C.; VEIGA, G. V.; CARMO, M. G. T. do. Composition of fatty acids in the maternal and umbilical cord plasma of adolescent and adult mothers: elation ship with anthropometric parameters of newborn. **Lipids in Health and Disease**, v.11, p.157, 2012b.

OMS - Organização Mundial da Saúde. **Prevenção de doenças crônicas: um investimento vital**. Genebra: OMS; 2005.

PARK, K. J.; NOGUEIRA, R. I. Modelos de ajuste de isotermas de sorção de alimentos. **Engenharia Rural**, v. 3, n. 1, p. 81-6, 1992.

PARK, K.J.; OLIVEIRA, R.A.; BROD, F. P. R. Secagem de materiais biológicos: histórico e importância. **Escola de Negócios do Estado da Bahia**, Feira de Santana-BA, p.47. 2002.

PEREIRA, C. M. O papel das gorduras saturadas e insaturadas na doença cardiovascular. **Revista Fatores de Risco**, v. 16, p. 66-71, 2010.

PERFEITO, D. G. A.; CARVALHO, N. LOPES, M. C. M.; SCHMIDT, F. L. Caracterização de frutos de mangabas (*Hancornia speciosa* Gomes) e estudo de processos de extração da polpa. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, p. 1-7, 2015.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA M. G. de A.; ROSA, J.C.; COST A, N.M.B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p.179-187, 2006.

PONTES, S. F. O.; BONOMO, R. C. F.; PONTES, L. V.; RIBEIRO, A. da C.; CARNEIRO, J. C. S. Secagem e avaliação sensorial de banana da terra. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 9, p. 143-148, 2007.

PORTO, M. A. L. **Otimização da desidratação osmótica de uva Crimson Seedless (*Vitis vinifera* L.)**. Dissertação de Mestrado, 63 p. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

PUTRANO, A.; CHEN, X. D.; ZHOU, W. Mathematical modeling of intermitente and convective drying of rice and coffee using the reaction engineering approach (REA), **Journal of Food Engineering**, v. 105, p. 638-646, 2011.

RAMOS, A. M.; QUINTERO, A. C. F.; FARAONI, A. S.; SOARES, N. F. F.; PEREIRA, J. A. M. Efeito do tipo de embalagem e do tempo de armazenamento nas qualidades físico-química e microbiológica de abacaxi desidratado. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, p. 259-269, 2008.

RAMOS FILHO, M. M.; RAMOS, M. I. L.; HIANE, P. A.; SOUZA, E. M. T. Nutritional values of seven freshwater fish species from the brazilian pantanal. **Journal of American Oil Chemistry Society**, v. 87, p. 1461-1467, 2010.

RAMOS, M. I. L.; SIQUEIRA, E. M. A.; ISOMURA, C. C.; BARBOSA, A. M. J.; ARRUDA, S. F. Bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lood) improved vitamin A status in rats. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 22, p. 3186-3190, 2007.

RANGANA, S. **Manual of analysis of fruits and vegetable products**. New Delhi: Tata McGraw-Hill, 1979. 634p.

RATTANAPANT, O.; LEBERT, A.; LAGUERRE, J. C.; BIMBENET, J. J. Simulation of Deep Bed Drying of Particles. In: SPIES, W. E.; SCHUBERT, H. ed. **Engineering and Food**. v.1, Elsevier Applied Science, p.579-591, 1990.

REOLON, C. A.; BRAGA, G. C.; SALIBE, A. B. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo em diferentes estágios de maturação. **Boletim do CEPPA**, v. 27, p. 305-312, 2009.

RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; JOST, E.; POERSCH, N. L.; MALLMANN, C. A. Composição de aminoácidos de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 139-1399, 2007.

ROCHA, B. S.; LIMA, G. P.; LOPES, A. M.; BORGUINI, M. G.; CICCONE, V. R.; BELUTA, I. Fibras e lipídeos em alimentos vegetais oriundos do cultivo orgânico e convencional. **Revista Simbio-Logias**, v. 1, p. 1-9, 2008.

ROCKENBACH, I. I.; JUNGFER, E.; RITTER, C.; SANTIAGO-SCHUBEL, B.; THIELE, B.; FETT, R.; GALENSA, R. Characterization of flavan-3-ols in seeds of grape pomace by CE,HPLC-DAD-MS and LC-ESI-FTICR-MS. **Food Research International**, v. 48, p. 848-855, 2012.

SANTANA, F. C. de; SILVA, J. V. da; SANTOS, A. J. A. O; ALVES, A. R; WARTHA, E. R. da S. A; MARCELLINI, P. S; SILVA, M. A. A. P. da. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Alimentação e Nutrição**, v. 22, p. 391-399, 2011.

SANT'ANA, L. S. **Biodisponibilidade de Lipídeos**. In: COZZOLINO, S. M. F. Biodisponibilidade de nutrientes. 4 ed. São Paulo: Manole. p.152-173, 2011.

SANTOS, A. D. F.; TORRES, C. A. A.; RENNÓ, F. P.; DRUMOND, M. R. S.; JÚNIOR, J. E. F. Utilização de óleo de soja em rações para vacas leiteiras no período de transição: consumo, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1363-1371, 2009.

SANTOS, A. E.; MARTINS, G. M.; CANUTO, M. F.; VIEIRA SEGUNDO, J. E.; ALMEIDA, R. D. Modelagem matemática para a descrição da cinética de secagem do

fruto da palma (*Opuntia ficus indica*). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, p.1-6, 2016.

SANTOS, C. T.; BONOMO, R. F.; CHAVES, M. A; FONTAN, R. da C. I.; BONOMO, P. Cinética e modelagem da secagem de carambola (*Averrhoa carambola* L.) em secador de bandeja. **Acta Scientiarum Technology**, v.32, p.309-313, 2010.

SANTOS, D. da C.; OLIVEIRA, E. N. A. de; MARTINS, J. N.; ROCHA, A. P. T. Secagem da polpa de caju em secador de leito de jorro drying of cashew pulp in spouted bed dryer. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 9, p. 1875-1887, 2015.

SANTOS, I. P. **Parâmetros de qualidade na produção de abacaxi desidratado**. Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido, 134 p, Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 134 p., 2011.

SANTOS, J. T.; COSTA, F. S.; SOARES, D. S.; CAMPOS, A. F. Avaliação de mangaba liofilizada através de parâmetros físico-químicos. **Scientia Plena**, v. 8, p. 1-5, 2012.

SANTOS, P. dos.; PORTO, A. G.; SILVA, F. S.; FURTADO, G. d. Avaliação físico-química e sensorial do pequi (*Caryocar brasiliensis* Camb.) submetido a desidratação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, p. 115-123, 2010.

SANTOS, T. C.; JÚNIOR, J. E. N.; PRATA, A. P. N. Frutos da Caatinga de Sergipe utilizados na alimentação humana. **Scientia Plena**, v. 8, p. 2-7, 2012.

SILVA, F. A. S. **Assistat 7.7** versão beta. UFCG, Campina Grande, 2013.

SILVA, G. G. da.; SOUZA P. A. de; MORAIS P. L. D. de; SANTOS E. C. dos; MOURA R. D.; MENEZES J. B. Caracterização do fruto de ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.). **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 311-314, 2008a.

SILVA, J. B. da. **Caracterização físico-química e química do fruto do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart) e avaliação da sua conservação por fermentação láctica**. Tese de Doutorado, 95 p. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2014.

SILVA, J. S.; BESSA, R. J. B.; SILVA, F. S. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: Fatty and composition of meat. **Livestock Production Science**, v. 77, p. 187-194, 2002.

SILVA, L. C.; SILVA, M. V. Subproduto desidratado da manga (*Mangifera indica* L): proposição para produção de biscoitos. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 17, p. 251-262, 2015.

SILVA, L. R. da; BARRETO N. D. S.; BATISTA P. F.; ARAÚJO F. A. R. de; MORAIS P. L. D. de. Caracterização de frutos de cinco acessos de juazeiro (*Zizyphus joazeiro* Mart.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, p. 15-20, 2011.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. de O. Caracterização química de frutos nativos do Cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008b.

SILVA, R. N. G.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. de M.; FEITOSA, R. M. F. de. Isotermas de adsorção de umidade do umbu-cajá em pó. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 30, p. 33-36, 2015.

SILVA, T. C. L.; ALMEIDA, C. C. B. R.; VERAS FILHO J.; PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S.; ANORIM, E. L. C.; COSTA, E. P.; ARAÚJO, J.M. Atividades antioxidante e antimicrobiana de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae): avaliação comparativa entre cascas e folhas. **Revista de Ciência Farmacêutica Básica e Aplicada**, v. 32, p. 193-199, 2011.

SILVEIRA, M. L. R.; SANTOS, C. O.; CREMONESE, J. M.; FORTES, J. P.; SAUTTER, C. K.; PENNA, N. G. Estudo comparativo do perfil de ácidos graxos presentes no óleo extraído das sementes de Goiaba (*Psidium guajava* L.). In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 20, **Anais...** Florianópolis, Santa Catarina, 2014.

SIMON, C. C.; TRETIN, C. M.; DOMINGOS, E. L.; BORSATO, G. H.; BALBI, M. E. Características Nutricionais e tempo de prateleira do abacaxi desidratado (*Ananas comosus*, L. Merrill, Bromeliaceae) comercializado em Curitiba-PR. **Visão Acadêmica**, v. 16, p. 99-110, 2015.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. **Experimental Biology and Medicine**, v. 233, p. 674-88, 2008.

SIQUEIRA, W. N.; SANTOS, M. L.; SILVA, L. R.; SANTOS, F. T.; SILVA, H. A.; LACERDA, L. B. Efeito radioprotetor do extrato de *Ziziphus joazeiro* sobre embriões de *Biomphalaria glabrata* submetidos à radiação ionizante. **Scientia Plena**, v. 10, p. 1-7, 2014.

SOARES, A. K. M. C. **Aminoácidos**. Universidade Potiguar, Bioquímica (2008). Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/2216509/Estudo-Dirigido-Aminoacidos>. Acessado em 03 de jan. de 2015.

SORA, G. T. de S.; SOUZA, A. H. P.; ZIELINSKI, A. A. F.; HAMINIUK, C. W. I.; MATSUSHITA, M.; PERALTA, R. M. Fatty acid composition of capsicum genus peppers. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, p. 372-380, 2015.

SOUSA BENTES, A. de; SOUZA, H. A. L. de; SIMÕES, M. G.; MENDONÇA, X. M. F. D. Caracterização física e química e perfil lipídico de três espécies de peixes amazônicos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.3, p.97-108, 2009.

SOUSA, F. C. de; SILVA, L. M. de M.; CASTRO, D. S. de; NUNES, J. S.; SOUSA, E. P. Propriedades Físicas e Físico-Químicas da Polpa de Juazeiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, p. 68-71, 2013.

SOUSA, F. C. de; SOUSA, E. P.; SILVA, L. M. de M.; MARTINS, J. J. A.; GOMES, J. P.; ROCHA, A. P. T. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem de polpa de Oiti. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 26, p. 108-112, 2011.

SOUZA, D. R.; ANJOS, L. A.; WAHRLICH, V.; VASCONCELLOS, M. T.; MACHADO, J. D. Ingestão alimentar e balanço energético da população adulta de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil: resultados da Pesquisa de Nutrição, Atividade Física e Saúde (PNAFS). **Caderno de Saúde Pública**, v. 26, p. 879-890, 2010.

SOUZA, R. L. A. de; CORREIA, R. T. P. Caracterização físico-química e bioativa do figo-da-índia (*Opuntia ficus-indica*) e farinha de algaroba (*Prosopis juliflora*) e avaliação sensorial de produtos derivados. **Revista da Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**, v. 24, p. 369-377, 2013.

SPIES, J. R. Determination of tryptophan in proteins. **Analytical Chemistry**, v. 39, p. 1412-1415, 1967.

SPOSITO, A. C.; CARAMELLI, B.; FONSECA, F. A. H.; BERTOLAMI, M. C. Sociedade Brasileira de Cardiologia. IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 88, p. 1-60, 2007.

SPOTO, M. H. F. **Desidratação de frutas e hortaliças**. In: REGITANO D'ARCE, M. A. B; OETTERER, M. H. F; SPOTO, M. H. F. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. São Paulo: Manole, p. 565-604, 2006.

TACO - **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4ed. Revisada e ampliada. Campinas, SP: UNICAMP, 2011. Disponível em http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=ta_co_4-versao_ampliada_e_revisada.pdf. Acesso em 04 de outubro de 2015.

TAN, D. L. S.; MIYAMOTO, K.; ISHIBASHI, K.; MATSUDA, K.; SATOW, T. Thin-layer drying of sweet potato chips and pressed grates. **Transactions of the ASAE**, v. 44, p. 669-674, 2001.

TEIXEIRA, B. C.; LOPES, A. L.; MACEDO, R. C. O.; CORREA, C. S.; RAMIS, R. T.; RIBEIRO, L. J.; REISCHAK-OLIVEIRA, A. Marcadores inflamatórios, função endotelial e riscos cardiovasculares. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 13, p. 108-115, 2014.

THOMPSON, J. K. Energy balance in young athletes. **International Journal of Sport**
TIBURCIO, D.T.S. **Enriquecimento proteico de farinha de mandioca com farinha de soja de sabor melhorado: desenvolvimento e avaliação nutricional de um novo produto**. Dissertação de Mestrado, 67 p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

TIGRE, C. B. **Estudos de silvicultura especializada do Nordeste**. Mossoró, ESAM, 1976. (Coleção Mossoroense, 41), 236 p.

TINOCO, L. P. do N.; PORTE, A.; PORTE, L. H. M.; GODOY, R. L. de O.; PACHECO, S. Perfil de aminoácidos de paçoca contendo farinha de semente de abóbora. **Corpus et Scientia**, v. 8, p. 78-86, 2012.

TONIAL, I. B.; OLIVEIRA, D. F. de; BRAVO, C. E. C.; SOUZA, N. E. de, MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V. Caracterização físico-química e perfil lipídico do salmão (*Salmo salar* L.). **Alimentos e Nutrição**, v. 21, p. 93-98, 2010.

TORGUL, I. T.; PEHLIVAN, D. Modelling of thin layer drying kinetics of some fruits under open-air sun drying process. **Journal of Food Engineering**, v.65, p. 413-425, 2004.

TURAN, H.; SÖNMEZ, G.; KAYA, Y. Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (*Raja clavata*, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. **Journal of Fish Science**, v.1, p.97-103, 2007.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. **Lancet**, v. 338, p. 985-992, 1991.

UCHOA, A. M.; COSTA, J. M.; MAIA, G. A.; SILVA, E. M.; CARVALHO, A.; MEIRA, T. R. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 15, p. 58-65, 2008.

VASCONCELOS, I. M.; CAMPELLO, C. C.; OLIVEIRA, J. T.; CARVALHO, A. F. U.; SOUSA, D. O. B.; MAIA, F. M. M. Brazilian soybean *Glycine max* (L.) Merr. Cultivars adapted to low latitude regions: seed composition and content of bioactive proteins. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, p. 617-625, 2006.

VEGA-GÁLVEZ, A.; MIRANDA, M. V. J.; URIBE, E.; PUENTE, L.; MARTÍNEZ, E. A. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient

Andean grain: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, p. 2541-7, 2010.

VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R.; MORAES, M. R.; NEVES, L. C.; CARVALHO, L. R. Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jabuticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.362-375, 2011.

VIEIRA, V. P. P. B. **Recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável do semiárido nordestino**. Versão Preliminar v.1 Ministério da integração Nacional, 2010.

VIEIRA, R. F.; SILVA, S. R.; ALVES, R. B. N.; SILVA, D. B.; WETZEL, M. M. V. S.; DIAS, T. A. B.; UDRY, M. C.; MARTINS, R.C. **Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas: resultados da 1ª Reunião Técnica**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). 2002.

VILELA, C. A. A.; ARTUR, P. O. Secagem do açafrão (*Curcuma longa* L.) em diferentes cortes geométricos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.387-394, 2008.

VILELA, V. R.; BAZOTTE, R. B. Balanço dietético de ácidos graxos poliinsaturados ômega-6 e ômega-3. **Revista Saúde e Biologia**, v.8, p.109-116, 2013

WHITE, J. G.; SOUTHGATE, E.; THOMSON, J. N.; BRENNER, S. The structure of the nervous system of the nematode *C. elegans*. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London** - Series B: Biological Sciences, v. 314, p. 1-340. 1986.

WHO - World Health Organization. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. WHO technical Report Series, 916. WHO: Geneva, 2003.

ZAMBLIAZI, R. C.; PRZYBYLSKI, R.; ZAMBLIAZI, M. W.; MENDONÇA, C. B. Fatty acid composition of vegetable oils and fats. **Boletim do CEPPA**, v. 25, n. 1, p. 111-120, 2007.