



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL**

**JABUTICABA: CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO, SUAS FRAÇÕES E CINÉTICA
DE SECAGEM**

DAVID DE PAULO FARIAS

**AREIA- PB
JULHO DE 2017**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL**

**JABUTICABA: CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO, SUAS FRAÇÕES E CINÉTICA
DE SECAGEM**

**DAVID DE PAULO FARIAS
Orientando**

**Prof. Dr^a. Márcia Roseane Targino de Oliveira
Orientadora**

**AREIA- PB
JULHO DE 2017**

DAVID DE PAULO FARIAS

**JABUTICABA: CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO, SUAS FRAÇÕES E CINÉTICA
DE SECAGEM**

Trabalho de Graduação apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia da
Universidade Federal da Paraíba Centro de
Ciências Agrárias, em cumprimento às
exigências para a obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

ORIENTADORA: Prof. Dr^a. Márcia Roseane Targino de Oliveira

**AREIA – PB
JULHO DE 2017**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

F224j Farias, David de Paulo.

Jaboticaba: caracterização do fruto, suas frações e cinética de
secagem / David de Paulo Farias. - Areia: UFPB/CCA, 2017.
xi, 61 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro
de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador (a): Profa. Dra. Márcia Roseane Targino de Oliveira.

1. Jaboticaba - estudo.
 2. Resíduo alimentício.
 3. Compostos fenólicos.
 4. Jaboticaba - Parâmetros físico-químicos.
 5. *Myrciaria jaboticaba* Berg
- I. Oliveira, Márcia Roseane Targino de (Orientadora) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 634.42

DAVID DE PAULO FARIAS


**JABUTICABA: CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO, SUAS FRAÇÕES E CINÉTICA
DE SECAGEM**

MONOGRAFIA APROVADA EM: 24/07/2017

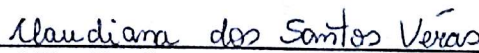
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr^a. Márcia Roseane Targino de Oliveira- Orientadora
DSER/CCA/UFPB



MSc. Begna Janine da Silva Lima – Examinadora



MSc. Claudiana dos Santos Vêras- Examinadora

DEDICO

À minha mãe e aos meus
irmãos Felipe, Elane e
Karolayne por todo amor e
por sempre acreditarem no
meu potencial

Aos meus avós Antônio
Avelino, Maria Aparecida,
Romualdo Francisco e Maria do
Carmo por me ajudarem nesta
caminhada.

À minha namorada Mayara
Gomes, pelo carinho, amor e
compreensão durante a
realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao todo poderoso e bom Deus pelo dom da vida e permitir que este trabalho fosse realizado.

À minha família, em especial minha mãe Joselane, meus irmãos Felipe, Elane, Karolayne e meus avós Antônio Avelino, Maria Aparecida, Romualdo Francisco e Maria do Carmo.

À minha querida e amada namorada Mayara Gomes, pelo carinho, atenção e companheirismo durante a execução deste trabalho.

Ao meu grande amigo/irmão Aldeir Ronaldo pela amizade, parceria e ajuda ao longo dos 14 anos de nossa amizade.

À turma da Agronomia 2011.2, em especial meus amigos Aldeir (já citado), Mayara Gomes (já citada), Gisliane Osório, Dênnis Meirelles, Robson Sousa, Isabel Cristina, André Silva, Anderson Tenório, Anderson Silva, Natan Guedes. Foi um prazer conhecer todos e espero que possamos nos reunir mais vezes.

Aos professores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, pela oportunidade e conhecimentos transmitidos durante intercâmbio acadêmico, os quais tiveram relevantes contribuições para realização deste trabalho. Em especial, gostaria de agradecer as professoras Ana Lúcia Leitão, Ana Luísa Fernandes e Ana Paula.

A todos os alunos da turma de Agronomia 2012.2 que me acolheram após volta ao Brasil, em especial meus mais novos amigos Francisco Jeanes (vulgo Chico) pela conversas agradáveis e Carlos Augusto pela amizade e por fornecer os frutos utilizados neste trabalho.

Ao meu amigo Fabiano Simplício, pelas conversas e risadas ao longo da nossa convivência como alunos de turma.

Aos meus amigos Fernando Antônio (vulgo boquinha) e André Spinosa pela amizade e por fazerem parte desta história.

À minha amiga/irmã Maria das Dores, pela amizade, carinho e respeito durante os anos que nos conhecemos.

A todos os professores do CCA/UFPB pela enorme contribuição ao longo da minha carreira acadêmica, em especial os professores Walter Esfrain, homem íntegro, sereno, exemplo de inteligência humana e humildade; Mauro Nóbrega, pelo exemplo de integridade, valores transmitidos, carinho e confiança no meu potencial; Silvando de Melo Silva, pela confiança e apoio nos momentos que precisei e Bruno de Oliveira Dias, pelos ensinamentos, simplicidade e atenção sempre que precisei.

Ao meu eterno orientador, amigo e professor José Alves Barbosa por todos os ensinamentos, sobretudo valores pessoais e confiança depositada enquanto seu aluno/orientando.

À professora Márcia Targino pela orientação, ensinamentos e conselhos enquanto seu aluno e orientando.

A todos que de forma direta ou indireta contribuíram para realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Tabela 1	Composição da jabuticaba (<i>Myrciaria jaboticaba</i> Berg) <i>in natura</i> (100 g do fruto).....	18
----------	---	----

Capítulo II

Tabela 1	Caracterização física do fruto de Jabuticaba “Sabará” (<i>Myrciaria jaboticaba</i> Berg).....	35
Tabela 2	Composição química da polpa e casca de Jabuticaba “Sabará” (<i>Myrciaria jaboticaba</i> Berg).....	37

Capítulo III

Tabela 1.	Caracterização química da farinha da casca de Jabuticaba “Sabará”	50
-----------	---	----

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Cinética de secagem da casca do fruto de jaboticaba (<i>Myrciaria jaboticaba</i> Berg) em estufa com circulação de ar forçado a $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$	49
---	----

FARIAS, D. DE P. **Jabuticaba: Caracterização do fruto, suas frações e cinética de secagem**. Areia: Centro de Ciências Agrárias- Universidade Federal da Paraíba. 2017. 61 p. (Trabalho de conclusão de curso em Agronomia)*

RESUMO GERAL

A jabuticaba é um fruto amplamente consumido, principalmente por suas características organolépticas peculiares. A polpa é rica em açúcares e minerais, além de apresentar alto teor de umidade. A casca apresenta alto valor nutricional, mas normalmente é descartada. Objetivou-se com este trabalho desenvolver a cinética de secagem da casca de jabuticaba, bem como caracterizar quanto as propriedades físicas do fruto e química da polpa, casca e co-produto obtido. Foram colhidos frutos visualmente maduros no sítio “macaquinhos” localizada no município de Areia-PB. Os frutos foram encaminhados ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários (LTPA) do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias/UFPB, Areia-PB, onde foram selecionados, sanitizados com solução de Hipoclorito de Sódio a 200 ppm, enxaguados em água corrente, secos com papel toalha, acondicionados em embalagens adequadas e armazenado sob temperatura de congelamento. Para os frutos inteiros, avaliou-se a massa fresca do fruto; porcentagem em casca; porcentagem de polpa + semente; diâmetro longitudinal; diâmetro transversal e índice de formato. As frações (casca e polpa) foram avaliadas quanto a umidade; percentagem em cinzas; pH; sólidos solúveis; acidez total; índice de maturação (ratio); vitamina C; açúcares redutores, não redutores e amido; compostos fenólicos totais e antocianinas totais. Para a elaboração da cinética de secagem, os frutos foram despulpados, a casca repartida em porções menores, acondicionadas em cesta confeccionada especialmente para esse fim e secas em estufa de circulação de ar forçado a $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Avaliou-se a secagem da casca de jabuticaba em períodos pré-determinados. A farinha obtida foi analisada quanto ao conteúdo em cinzas, pH, acidez total, sólidos solúveis, açúcares redutores, açúcares não redutores, amido, compostos fenólicos e antocianinas totais. A casca corresponde por aproximadamente 27% do conteúdo do fruto e apresenta maior conteúdo de compostos fenólicos totais (5285,09 mg EAG 100g^{-1} MS) e antocianinas totais (629,54 mg 100g^{-1} MS). Após 7 horas de secagem, a casca encontrava-se com 12,46% de umidade. A farinha apresenta elevada quantidade de açúcares redutores (26,55% de Glicose) e não redutores (12,50% de Sacarose), destacando-se principalmente pela quantidade de compostos fenólicos totais (3.277,02 mg EAG 100g^{-1} MS) e antocianinas totais (349,63 mg 100g^{-1} MS). A elevada quantidade de compostos bioativos identificada na casca denotam o potencial deste resíduo para fins alimentícios, farmacêuticos e cosméticos. A farinha da casca apresenta potencial para ser utilizada como aditivo na formulação de produtos alimentícios.

Palavras Chaves: Resíduo alimentício; compostos fenólicos; parâmetros físico-químicos.

ABSTRACT

The Jaboticaba is a fruit widely consumed, mainly due to its peculiar organoleptic characteristics. The pulp is rich in sugars and minerals, besides presenting high moisture content. The epidermis present high nutritional value, but is normally discarded. The goal of this work was to develop the drying kinetics of skin jaboticaba, as well to characterize the physical properties of the fruit and the chemistry of pulp, skin and co-product obtained. Were collected fruits ripe on the site “Macaquinhos” located in the city of Areia-PB. The fruits were sent to the Laboratory of Technology of Agricultural Products (LTAP) of the Department of Soils and Rural Engineering of the Center of Agricultural Sciences/UFPB, Areia-PB, where they were selected, sanitized with sodium hypochlorite solution at 200 ppm. Rinsed in running water, dried with paper towels, packed in suitable containers and stored under a freezing temperature. For whole fruits, evaluated the fresh fruit mass; percentage in skin; percentage of pulp + seed; longitudinal diameter; transverse diameter and fruit shape index. The fractions (pulp and skin) were evaluated for the percentage of humidity; ashes content; pH; soluble solids; total acidity; fruit maturity index (ratio); vitamin C; reducing sugars, non-reducing sugars and starch; total phenolic compounds and total anthocyanins. For the elaboration of drying kinetics, the fruits were pulped, the skin distributed in smaller portions, packed in a basket made specially for this purpose and dried in stove with circulation of forced air at $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$. The drying of the skin of Jaboticaba was evaluated at predetermined periods. The flour obtained was analyzed for ash content, pH, total acidity, soluble solids, reducing sugars, non-reducing sugars, starch, total phenolic compounds and total anthocyanins. The skin corresponds to approximately 27% of the fruit content and presents higher content of total phenolic compounds (5285,09 mg GAE 100g^{-1} DM) and total anthocyanins (629,54 mg 100g^{-1} DM). After 7 hours of drying, the humidity of skin was 12,46%. The flour has a high amount of reducing sugars (26.55% of Glucose) and non-reducing sugars (12.50% Sucrose), Highlighting mainly the quantity of total phenolic compounds (3.277,02 mg GAE 100g^{-1} DM) and total anthocyanins (349,63 mg 100g^{-1} DM). The high amount of bioactive compounds identified in the skin denote the potential of this residue for food, pharmaceutical and cosmetic purposes. The flour of the Jaboticaba skin presents potential to be used as an additive in the formulation of food products.

Index terms: Food residue, phenolic compounds, physical-chemical parameters, *Myrciaria jaboticaba* Berg.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	vi
RESUMO GERAL.....	vii
ABSTRACT.....	viii
APRESENTAÇÃO	xi
Capítulo I.....	ii
1.0 INTRODUÇÃO GERAL	13
2.0 OBJETIVOS.....	15
2.1 Geral.....	15
2.2 Específicos	15
3.0 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Aspectos Gerais da Jabuticaba.....	15
3.2 Composição e Valor Nutricional da Jabuticaba.....	16
3.3 Compostos Fenólicos	17
3.4 Antocianinas	18
3.6 Processo de Secagem	21
3.7 Aplicabilidades da Jabuticaba.....	22
3.8 Considerações Finais	25
4.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
Capítulo II	30
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DO FRUTO, POLPA E CASCA DA JABUTICABA	31
RESUMO.....	31
ABSTRACT.....	31
INTRODUÇÃO	32
MATERIAL E MÉTODOS	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35

CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
Capítulo III.....	46
CINÉTICA DE SECAGEM, ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DE JABUTICABA (<i>Myrciaria jaboticaba</i> Berg).....	47
RESUMO	47
ABSTRACT.....	47
INTRODUÇÃO	48
MATERIAIS E MÉTODOS	49
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi dividido em duas partes. A primeira consiste em um levantamento das informações de literatura (referencial teórico) abordando aspectos gerais sobre a jabuticaba, incluindo neste contexto valor nutricional, propriedades funcionais e benefícios à saúde bem como aplicabilidades tecnológicas.

A segunda parte consiste na apresentação de 2 artigos (cada artigo encontra-se de acordo com as normas da revista científica escolhida para submissão do mesmo). O primeiro artigo apresenta a caracterização física dos frutos e química da polpa e da casca de jabuticaba. O segundo por sua vez, demonstra a cinética, elaboração e caracterização química da farinha da casca de jabuticaba.

Capítulo I

1.0 INTRODUÇÃO GERAL

Ultimamente tem-se verificado aumento da demanda por estilos de vida mais saudáveis, aumentando a preocupação por dietas ricas em frutas e vegetais ricos em compostos que auxiliam na prevenção de doenças, como os alimentos funcionais. Alguns dos constituintes presentes nestes alimentos são substâncias bioativas sintetizadas a partir do metabolismo secundário das plantas, a exemplo dos compostos fenólicos (MARQUETTI, 2014).

A jabuticaba apresenta elevado potencial de comercialização, pelo fato de ser bastante apreciada tanto para consumo *in natura* como para a fabricação de geleia, bebidas fermentadas, vinagre e licores. Além do mais, os frutos podem ser aproveitados pela indústria farmacêutica e alimentícia, devido a seu alto teor de substâncias antioxidantes. O uso das jabuticabeiras como planta ornamental também pode ser indicado, em função da exuberância de sua arquitetura e beleza da florada e frutificação. A espécie tem sido testada em cultivos nos EUA (Flórida) e em alguns países das Américas Centrais e do Sul. Em algumas regiões do Brasil, a comercialização do fruto é realizada principalmente na forma *in natura* às margens de rodovias por famílias mais carentes que coletam o fruto através da exploração extrativista. Esta atividade tem importância sócio econômica uma vez que proporciona renda adicional para estas famílias na época de colheita (CITADIN et al., 2010).

O fruto da jabuticaba tem alto valor nutricional e elevado teor de fibras, carboidratos, flavonoides, antocianinas e vitaminas (MARQUETTI, 2014). O grande valor nutricional do fruto da jabuticaba está relacionado à existência de significativas quantidades de compostos fenólicos presentes especialmente na casca, dentre os quais destacam-se os flavonoides por suas propriedades antioxidantes. Contudo, em razão da grande quantidade de água e açúcares presentes na polpa (BOESSO, 2014), seu período de comercialização pós-colheita é curto pela rápida alteração da aparência, decorrente da intensa perda de água, deterioração e fermentação da polpa, que podem ser verificados em dois a três dias após a colheita (DAIUTO et al., 2009).

Apesar da casca apresentar o maior valor nutricional (alto teor de compostos fenólicos com atividade antioxidantes além de minerais) esta é normalmente descartada, o que representa uma perda de até 43% do fruto, sendo necessário metodologias que direcionem o

correto destino para este resíduo. Ainda de acordo com o mesmo autor, um dos principais problemas na conservação e armazenamento da casca da jabuticaba é o seu alto teor de umidade inicial, sendo assim necessários o uso de métodos de secagem que diminua a quantidade de água, mas que simultaneamente preserve suas propriedades funcionais (antioxidantes). A secagem da casca possibilita o seu manuseio, transporte e armazenamento (ALVES, 2011).

De acordo com Lamounier et al. (2015), uma alternativa para consumo desses nutrientes seria a incorporação das cascas em alimentos, especialmente por ser considerado um corante natural e apresentar consideráveis teores de antocianinas, promovendo consequentemente a ação antioxidante a estes produtos. Desta forma, a elaboração de farinha a partir da casca da jabuticaba e sua caracterização é de fundamental importância para desenvolver projetos voltados à utilização deste ingrediente como aditivo na formulação de produtos alimentícios, além de ser uma forma bastante viável de beneficiamento e aproveitamento do fruto na íntegra, garantindo agregação de valor ao fruto.

Além disso, o estudo e caracterização da jabuticaba e suas frações é importante, principalmente por se tratar de um fruto que apresenta compostos naturais que podem trazer uma série de benefícios à saúde humana. Tais constatações poderão incentivar ainda mais o seu consumo, estimular o desenvolvimento de estudos eficientes voltados à sua propagação e manejo, bem como o desenvolvimento de novas técnicas de conservação, já que este fruto é altamente perecível, o que dificulta o seu beneficiamento e comercialização. Entre os fatores diretamente relacionados ao seu baixo período pós colheita podem-se destacar o alto teor de açúcares e umidade presente no fruto, o que leva em curto período de tempo o desenvolvimento de reações fermentativas diminuindo consequentemente a qualidade e tempo de vida destes frutos. Com relação aos métodos de conservação de alimentos, a secagem tem sido bastante utilizada para a jabuticaba, principalmente para o desenvolvimento de farinha através da casca e avaliação de seu potencial tecnológico como aditivo na formulação de produtos alimentícios (FERREIRA et al., 2012; MARQUETTI, 2014; ZAGO, 2014; LAMOUNIER et al., 2015; SOUZA, 2016).

2.0 OBJETIVOS

2.1 Geral

Objetivou-se neste trabalho desenvolver a cinética de secagem da casca de jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* Berg) bem como caracterizar quanto as propriedades físicas do fruto e química da polpa, casca e co-produto obtido.

2.2 Específicos

- Caracterizar fisicamente o fruto e quimicamente suas frações;
- Realizar a desidratação da casca dos frutos, adquirir e caracterizar quimicamente a farinha
- Estudar e apresentar a cinética a de secagem;
- Quantificar os compostos fenólicos totais e antocianinas presentes na farinha obtida.

3.0 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos Gerais da Jabuticaba

A jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* Berg) pertence a família das mirtáceas e é um fruto encontrado desde o Rio Grande do Sul até o Pará, sendo que as maiores produções encontram-se nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo (FERREIRA et al., 2012). Com relação as espécies mais conhecidas, destacam-se a *Myrciaria cauliflora* (DC) Berg (jabuticaba paulista ou jabuticaba açu) e a *Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg (jabuticaba sabará), por produzirem frutos com características aceitáveis tanto para a indústria quanto para consumo *in natura* (ASCHERI et al., 2006).

A espécie possui copa com forma variada, com porte variando normalmente de 6 a 9 m de altura, podendo atingir até 12m, apresentando frutificação nos ramos e troncos com ruptura da casca (ANDERSEN & ANDERSEN, 1989). Florescem mais de uma vez ao ano, apresentando flores novas que recobrem a periferia dos ramos, conferindo-lhes característica ornamental (JESUS et al.,2004). Apresenta ramos delgados, cilíndricos e glabros com folhas

opostas e elípticas incompletas, sem bainha e pecioladas (JESUS et al., 2004). Já com relação a sua lâmina foliar, esta apresenta de 2,4 e 4,3cm de comprimento e 0,6 a 1,6 cm de largura (DONADIO et al., 2002).

Os frutos de jabuticaba apresentam alta perecibilidade, o que representa um menor tempo de vida pós colheita, em função da grande quantidade de água e açúcares presentes no fruto (GARCIA, 2014). O tempo de vida pós colheita do fruto normalmente não ultrapassa 3 dias, o que dificulta a sua comercialização e processamento. O fruto é rico em carboidratos, fibras, vitaminas, flavonoides e minerais a exemplo do ferro, cálcio e fósforo especialmente em sua casca (ASCHERI et al., 2006).

3.2 Composição e Valor Nutricional da Jabuticaba

A jabuticaba é um fruto que apresenta alto valor nutricional, principalmente por apresentar quantidades significativas de açúcares, fibra alimentar, minerais como cálcio, fósforo e potássio (Tabela 1). A umidade inicial da jabuticaba é considerada alta, o que dificulta a sua estabilidade microbiológica, sendo necessário técnicas que viabilizem seu processamento e armazenamento afim de extrair o potencial máximo que este fruto apresenta.

Tabela 1. Composição da jabuticaba *in natura* (100 g do fruto).

Parâmetros	Quantidade
Umidade (%)	83,6
Energia (kcal)	58
Proteína (g)	0,6
Lipídeos (g)	0,1
Carboidratos (g)	15,3
Fibra alimentar (g)	2,3
Cinzas (g)	0,4
Cálcio (mg)	8
Ferro (mg)	0,1
Fósforo (mg)	15
Potássio (mg)	130
Vitamina C	16,2

Fonte: Taco (2011) adaptado por Garcia (2014).

Lima et al. (2008), estudando a caracterização química da jabuticaba e de suas frações

em duas variedades constataram que para a variedade paulista os valores para casca, semente e polpa em matéria seca nos seguintes parâmetros foram respectivamente: proteína bruta (1,10; 1,12 e 0,44 g. 100g⁻¹); extrato etéreo (0,68; 0,53 e 0,21 g. 100g⁻¹); cinzas (2,88; 2,84 e 2,90 g. 100g⁻¹); fibra alimentar solúvel (6,77; 0,57 e 1,77 g. 100g⁻¹); fibra alimentar insolúvel (27,03; 27,16 e 2,57 g. 100g⁻¹); extrato não nitrogenado (61,60; 67,66 e 92,11 g. 100g⁻¹); sólidos solúveis totais (12,40; 12,60 e 14,90 °Brix); acidez total titulável (1,37; 3,25 e 0,99 g de ácido cítrico. 100g⁻¹ de polpa fresca); pH (3,47; 4,01 e 3,50); saponinas (0,78; 0,66 e 0,35 g. 100g⁻¹); polifenóis (11,18; 0,45 e 7,54 g. 100g⁻¹) e inibidor de tripsina (3,22; 1,58 e 5,23 unidade de tripsina inibida).

Para a variedade sabará, os parâmetros em matéria seca foram respectivamente: proteína bruta (1,16; 1,17 e 0,47 g. 100g⁻¹); extrato etéreo (0,57; 0,58 e 0,06 g. 100g⁻¹); cinzas (4,40; 2,68 e 2,71 g. 100g⁻¹); fibra alimentar solúvel (6,80; 1,40 e 1,93 g. 100g⁻¹); fibra alimentar insolúvel (26,43; 26,93 e 3,30 g. 100g⁻¹); extrato não nitrogenado (60,64; 67,64 e 90,32 g. 100g⁻¹); sólidos solúveis totais (11,60; 9,30 e 14,13 °Brix); acidez total titulável (1,67; 2,12 e 0,97 g de ácido cítrico. 100g⁻¹ de polpa fresca); pH (3,39; 3,97 e 3,50); saponinas (0,63; 0,67 e 0,34 g. 100g⁻¹); polifenóis (11,99; 0,49 e 8,56 g. 100g⁻¹) e inibidor de tripsina (6,42; 1,68 e 6,20 unidade de tripsina inibida) (LIMA et al., 2008).

Ferreira et al. (2012) ao estudarem a farinha confeccionada a partir da secagem da casca de jabuticaba em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 60±5°C por 12h verificaram teores de umidade de 12,05%; proteína de 5,23%; cinzas de 3,89% ; extrato etéreo de 4,89%; fibra bruta de 15,25%; carboidratos de 58,70% e valor calórico total de 299,68 kcal. Além disso, a farinha da casca de jabuticaba apresenta alto teor de compostos fenólicos, sobretudo de antocianinas (20,57 mg. g⁻¹ de matéria seca) (LIMA et al., 2011). Neste sentido, a jabuticaba pode ter seu mercado ampliado, seja através do consumo *in natura* ou no processamento pela indústria de alimentos, assim como nas indústrias de cosméticos e farmacêutica (ALVES, 2014).

3.3 Compostos Fenólicos

Os compostos fenólicos são substâncias que possuem anel aromático com um ou até mais substituintes hidroxílicos, além dos seus grupos funcionais. São largamente encontrados

no reino vegetal e podem ser constituídos por moléculas simples ou com elevado grau de complexidade (polimerização das moléculas) (SOARES et al., 2008).

A importância dos compostos fenólicos na planta está relacionada principalmente com a proteção, promovendo maior resistência a microrganismos e pragas, mas auxiliam também no seu crescimento e reprodução. A presença destes compostos em produtos alimentícios pode influenciar no valor nutricional e na qualidade sensorial, garantindo atributos como cor, textura, amargor e adstringência. São sintetizados a partir do metabolismo secundário das plantas e podem ser formados também sob algumas condições de estresse como injúrias e radiação ultravioleta, entre outros (MARQUETTI, 2014).

O consumo destas substâncias é feita através da alimentação, já que os humanos e animais não conseguem sintetizá-las. Os compostos que apresentam o núcleo fenólico têm como principal função a atividade antioxidante, atuando com êxito como captadores de espécies reativas de oxigênio e quelar íons férricos catalizadores da peroxidação lipídica em todas as etapas do processo (ALVES,2014). Esta atividade antioxidante tem papel fundamental na diminuição do risco de doenças cardiovasculares além de atuar no estresse oxidativo responsável por diversas patologias crônico-degenerativas, como diabetes, câncer e nos processos inflamatórios.

Existem diversos compostos fenólicos naturalmente distribuído nos vegetais, como aqueles derivados de ácidos benzóicos e dos ácidos cinâmicos, cumarinas, flavonoides (flavonas, flavanonas, isoflavonas, flavanóis e antocianinas) e derivados de polimerização como taninos e ligninas (PRADO, 2008; MARQUETTI, 2014).

Os flavonoides pertencem ao grupo dos polifenóis e são produzidos a partir do metabolismo secundário das plantas sendo considerado um dos grupos fenólicos mais importantes e diversificados entre os produtos de origem natural (ZUANAZZI, 2007). De acordo com Prado (2008), os compostos fenólicos são representados por mais de cinco mil compostos, sendo os mais comuns a classe dos flavonóis, flavonas e seus glicosídeos.

3.4 Antocianinas

As antocianinas pertencem à classe dos flavonoides sendo difundida em grande escala por todo o reino vegetal. São encontradas principalmente em frutas de coloração escura como blueberry, cranberry e romã, além de alguns tecidos de flores promovendo o vermelho, roxo

ou coloração azul. Tais substâncias podem ser encontradas na forma de glicosídeos hidrolisáveis em açúcares e agliconas (antocianidinas). São diferenciadas através do número de grupos hidroxí e o grau de metilação destes no anel lateral, pelo número e natureza dos açúcares, assim como das cadeias alifáticas ou aromáticas esterificadas nestes compostos (ZAGO, 2014).

As antocianinas desempenham várias funções no vegetal. Em flores e frutas uma das principais funções exercidas por estes pigmentos é a atração de agentes polinizadores e dispersores de sementes. Além disso, protegem vários tecidos da planta de processos oxidativos, diminuindo a ação das radiações ultravioletas nas folhas, em diversas etapas de seu ciclo de vida, especialmente nas fases iniciais de crescimento. Em algumas espécies vegetais podem correlacionar-se ainda com a resistência da planta a patógenos, além de atuarem no melhoramento e regulação da fotossíntese. Na jabuticaba, podem ser encontradas algumas classes de antocianinas, com a cianidina, delphinidina e peonidina (CIPRIANO, 2011).

Com relação a quantidade de antocianinas totais presentes no fruto, Lima (2009) encontrou os seguintes valores em 100 g de matéria seca: 1585,9 mg; 9,0 mg; 350 mg; 583 mg para a variedade “Paulista” e 2057 mg; 10 mg; 310 mg; 837 mg para a variedade Sabará (considerando a casca, polpa, semente e fruto inteiro respectivamente).

A principal propriedade das antocianinas é a sua ação antioxidante. As antocianinas apresentam deficiência natural de elétrons o que levam estes compostos tornarem-se reativos. Tais elementos apresentam grande sensibilidade a mudanças de pH e temperatura (ALVES, 2014).

Os compostos antioxidantes são por vezes adicionados aos alimentos com a finalidade de evitar reações oxidativas. Contudo, os antioxidantes sintéticos, geralmente utilizados na indústria alimentícia a exemplo do butil-hidroxianisol (BHA), butil-hidroxitolueno (BHT) e terc-butil-hidroquinona (TBHQ) têm suas limitações através de normas legais por serem suspeitos de apresentar efeitos tóxicos e cancerígenos. Diante desta situação, nos últimos anos é cada vez maior o interesse em antioxidantes naturais, de forma a identificar alimentos fontes, conhecer os mecanismos de ação e os efeitos à saúde (ZAGO, 2014).

3.5 Atividade Antioxidante

Os seres humanos são dependentes da oxidação biológica para fornecer energia e assim realizar suas atividades celulares vitais. No entanto, durante o metabolismo celular aeróbico são formadas substâncias com elevada reatividade. Tais espécies são chamadas de radicais livres e são consideradas moléculas altamente instáveis e de meia-vida (NATIVIDADE, 2010).

Os radicais livres formados a partir da ação do oxigênio podem ser encontrados em várias formas, sendo o radical superóxido, hidroperoxila, hidroxila, peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e oxigênio singlete são algumas formas das mais importantes. Além disso, as espécies reativas de nitrogênio, enxofre, reações enzimáticas da ciclooxigenase, lipoxigenases, aldeído oxidase assim como reações catalisadas por metais de transição como o ferro e o cobre podem levar a formação de radicais livres (ABDALLA, 2006).

A exposição do organismo a outros fatores como ozônio, tabaco, radiações gama e ultravioleta, substâncias tóxicas presentes na alimentação e pelo elevado consumo de gordura saturada e alguns medicamentos podem promover a formação de radicais livres. Existem várias doenças cuja causa é apontada pela ação dos radicais livres, como é o caso das doenças cardiovasculares, neurológicas, distúrbios inflamatórios, catarata, câncer, AIDS, disfunções cognitivas diversas patologias típicas da senescência. A peroxidação lipídica é ativada pela ação dos radicais livres destacando como principais efeitos a alteração da estrutura e permeabilidade da membrana plasmática (NATIVIDADE, 2010).

A atividade antioxidante (capacidade de sequestrar radicais livres) é considerada um processo muito importante para as frutas ricas em polifenóis, principalmente frutos comestíveis ricos em antocianinas. Frutas de coloração mais escura como uva, mirtilo, ameixa, cereja, cranberry, amora, entre outras, estão sendo comumente chamados de “super frutas” em função da sua alta capacidade antioxidante. O consumo adequado de alimentos que apresentam esta atividade antioxidante é de fundamental importância para melhoria da alimentação e promover benefícios à saúde humana (MARQUETTI, 2014).

Os compostos antioxidantes são classificados como enzimáticos e não-enzimáticos. Os antioxidantes enzimáticos pertencem a classe daqueles sintetizados pelo próprio corpo humano incluindo as enzimas: superóxido dismutase, catalase, glutathione peroxidase e

glutathione reductase (LI et al., 2000). Nos antioxidantes não enzimáticos podem estar presentes compostos endógenos não enzimáticos como glutathione e ácido úrico bem como vitaminas (ácido ascórbico, α -tocoferol), carotenóides e compostos fenólicos, dentre outros (ZAGO, 2014).

De acordo com Moure et al. (2001), os compostos antioxidantes retirados de frutas, vegetais e especiarias estão sendo bastante utilizados no prolongamento da vida útil de alimentos prevenindo a peroxidação lipídica e desta forma minimizar os danos causados pela oxidação. Segundo Prado (2008), a indústria de processamento de alimentos gera grande volume de subprodutos com quantidades significativas de compostos fenólicos, os quais podem servir como fonte de antioxidantes naturais. O autor menciona que vários estudos têm sido desenvolvidos com intuito de identificar e quantificar compostos fenólicos que apresentem potencial atividade antioxidante.

3.6 Processo de Secagem

A secagem corresponde à eliminação da água do material por advento da evaporação, processo este que pode ser natural (secagem através da exposição do material à luz solar) ou artificial, conduzida através de secadores. No entanto, devido o custo associado ao emprego da secagem artificial (em função da grande demanda de energia), a secagem natural tem sido bastante difundida e predominante quando comparada com a desidratação em secadores artificiais. Em qualquer um dos métodos mencionados anteriormente, em função da diferença de temperatura, existe uma transferência de calor da fonte quente para o material úmido, o que leva à evaporação da água. Nestas condições, existe uma diferença de pressão parcial de vapor d'água entre o ambiente quente (ar quente) e a superfície do produto proporcionando transferência de massa do produto para o ar, e, desta forma, o vapor será arrastado do material (ALVES, 2011).

De acordo com Park et al. (2001), a água presente no material pode ser denominada de “água livre” (isto é, quando a água não está ligada nas estruturas dos sólidos, sendo a energia relacionada ao processo equivalente ao calor latente de vaporização) ou “água ligada”, sendo necessário neste caso mais energia para sua vaporização.

A secagem é utilizada com o propósito de minimizar as perdas pós-colheita, assim

como na confecção de frutos secos destinados ao consumo direto ou empregado em alimentos processados (SOUSA, 2016). Desta forma, permite ao produto alimentício, o manuseio, transporte e armazenamento na temperatura ambiente sem que haja perdas consideráveis e que não comprometam suas qualidades sensoriais e nutricionais (SILVA, 2008).

De acordo com Park et al. (2001), existem várias vantagens ao se utilizar o processo de secagem, como por exemplo a facilidade na conservação do produto, estabilidade dos componentes aromáticos à temperatura ambiente por longos períodos de tempo, reduz ou inibe as perdas por degradação enzimática e oxidativa, redução do seu peso, economia de energia (já que o produto será armazenado à temperatura ambiente), além da maior disponibilidade do produto, reduzindo problemas relacionados à sazonalidade do produto. Além disso, o processo permite a redução da atividade da água no alimento, o que colabora com sua estabilidade física, química e microbiológica (ARAUJO, 2005)

Convém salientar que independentemente do processo de secagem utilizado (secagem em estufa de circulação de ar forçado, liofilização e osmoconvectiva), recomenda-se a utilização de temperaturas na faixa de 45 a 60° C pois de acordo com Alves (2011), tais temperaturas proporcionaram menores perdas dos seus compostos funcionais ou bioativos.

3.7 Aplicabilidades da Jabuticaba

O consumo da jabuticaba pode ser feito em natural ou processada. De acordo com Garcia (2014), entre as principais formas de industrialização da jabuticaba tem-se a produção de polpas congeladas, néctar, geleia, doces em massa, em pasta e em calda. A polpa quando fermentada produz licor, vinho e vinagre. A casca possui propriedade adstringente, importante contra a diarreia e irritações da pele. Apresenta ainda indicações na medicina popular como antiasmáticas, na inflamação dos intestinos e hemoptise (LIMA, 2009). De acordo com Ferreira et al. (2012), pesquisas sugerem que chás e sucos confeccionados a partir da casca de jabuticaba podem auxiliar no tratamento de problemas de saúde como alergias, imunodeficiências, fragilidade capilar, amigdalite, infecções intestinais, varizes, erisipela, asma, além de outros.

Devido ao grande valor nutricional da jabuticaba principalmente na casca, é cada vez maior a utilização deste resíduo na formulação de outros produtos. Ferreira et al. (2012),

estudando a produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jabuticaba em biscoitos tipo cookie concluíram que a farinha da casca da jabuticaba apresentou altos teores de fibras e que o acréscimo de até 5% de farinha de casca nas formulações permitiu elaboração de biscoitos tipo cookie com índice de aceitabilidade de 79%.

Zago (2014) estudando o aproveitamento da casca de jabuticaba na formulação de biscoitos tipo cookie para a alimentação escolar menciona que a farinha da casca de jabuticaba é uma matéria prima barata e pode ser utilizada na formulação de biscoitos tipo cookies sem comprometimento da qualidade física e sensorial do produto. Recomenda ainda que a confecção e aplicabilidade desta farinha em produtos destinados à alimentação escolar pode ser uma excelente alternativas para agricultores familiares que participam do PNAE, além dos aspectos de comercialização relacionados à sustentabilidade da indústria de processamento de jabuticaba e ao mercado deste tipo de produto.

Lamounier et al. (2015), estudando o desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jabuticaba constataram que a farinha da casca de jabuticaba pode ser considerada uma importante fonte nutricional por apresentar altos teores de cinzas e fibras. Recomendam ainda que a utilização da farinha da casca de jabuticaba na formulação de sorvete ao nível de 5% apresenta alto potencial de comercialização, por aumentar o valor nutricional do produto formulado sem comprometer as características sensoriais de aceitabilidade, além de contemplar a demanda por produtos cada vez mais saudáveis e atrativos.

A estudar a caracterização da farinha da casca de jabuticaba e uso em bebidas lácteas saborizadas com mamão, Souza (2016) verificou que a adição da farinha da casca de jabuticaba nestas bebidas intensificou a cor, teor proteico, capacidade antioxidante, compostos fenólicos e assegurou a contagem de bactérias lácteas viáveis acima de 10^6 UFC g^{-1} durante o tempo de armazenamento. O autor menciona ainda que a formulação constituída de bebida láctea com 5% de mamão e 1% de farinha da casca de jabuticaba é a mais indicada na confecção de produtos lácteos fermentados.

Já Garcia (2014) ao estudar a aplicabilidade tecnológica da jabuticaba, constatou o potencial do fruto na confecção de polpa congelada, néctar, geleia, compota, casca de jabuticaba passa e casca de jabuticaba cristalizada.

Mediante aos diversos trabalhos que estão sendo desenvolvidos nos últimos anos com

a casca da jabuticaba, não restam dúvidas que este resíduo tem grande potencial para ser empregado na formulação de outros produtos, garantindo assim o maior aproveitamento do fruto, agregando valor à matéria prima, além de possibilitar o correto destino destes resíduos e o lançamento no mercado de um produto com características que atendam o apelo dos consumidores pela qualidade e segurança alimentar.

3.8 Considerações Finais

De acordo com os dados verificados na literatura, a jabuticaba é um fruto que apresenta grande potencial para ser utilizado na indústria alimentícia. No entanto, ainda existem alguns gargalos a serem superados para que sua estabilização no comércio e consumo aconteçam. Entre estes gargalos podem-se destacar a dificuldade na propagação, o grande intervalo de tempo entre o plantio e a primeira colheita (morosidade), o baixo período pós colheita, entre outros. Todos estes processos acabam dificultando o estabelecimento da jabuticaba como cultura comercial. Em relação ao seu período pós colheita, um dos principais problemas é o seu alto teor de umidade (atividade da água) e açúcares que faz com que o fruto realize uma série de reações degradativas, diminuindo conseqüentemente seu período pós colheita. Partindo deste pressuposto, o processamento da jabuticaba utilizando métodos de desidratação como é o caso da secagem, pode possibilitar a disponibilidade desta matéria prima por um maior período de tempo. A secagem portanto, reduz a atividade da água e diminui com isso as reações autolíticas, além de limitar o crescimento microbiano.

É importante salientar que todo o potencial nutricional inclusive funcional da jabuticaba está na sua casca, fração que geralmente é descartada no ato de consumir o fruto. Assim, a secagem da casca torna-se uma alternativa para conservação e aproveitamento deste subproduto para enriquecimento nutricional de outros produtos que apresentam alta escala de aceitabilidade entre o público consumidor, como é o caso do iogurte e biscoitos tipo cookies.

4.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, D. S. P. Estresse oxidativo e alimentação. In: TIRAPEGUI, J. **Nutrição: fundamentos e aspectos atuais**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, cap. 13, p. 181-197. 2006.
- ANDERSEN, O.; ANDERSEN, V.U. **As Frutas Silvestres Brasileiras**. Rio de Janeiro: Globo, 203p. 1989.
- ALVES, A. P. DE C. **Casca de Jaboticaba (*Plinia jaboticaba* (vell.) berg): processo de secagem e uso como aditivo em iogurte**. 91f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica)- Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 2011.
- ALVES, A. P. DE C. **Farinha de Casca de Jaboticaba: Armazenamento e Aplicações**. 104f. Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 2014.
- ARAÚJO, E. A. F. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de nectarina (*Prunus pérsica*)**. . 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP. 2005.
- ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. DE. Caracterização da farinha de bagaço de jaboticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n.4, p. 897-905, 2006.
- BOESSO, F. F. **Caracterização físico-química, energética e sensorial de refresco adoçado de jaboticaba**. 75p. Dissertação (Mestre em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu- SP. 2014.
- BRUNINI, M. A. et al. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) cv 'SABARÁ'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.3, p. 378-383, 2004.
- CIPRIANO, P. DE A. **Antocianinas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e casca de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) na formulação de bebidas isotônicas**. 150f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2011.
- CITANDIN, I.; DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z. Jaboticabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 1-2. 2010.
- DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; MORAES, M. R.; EVANGELISTA, R. M. **Conservação**

pós colheita de frutos de jaboticaba por irradiação. 2009. Disponível em:<
<http://www.redalyc.org/pdf/813/81315095006.pdf>>. Acesso em Julho de 2017.

DONADIO, L. C.; MÔRO, F. V.; SERVIDONE, A. A. **Frutas Brasileiras.** Jaboticabal: FUNEP, 288p. 2002.

FERREIRA, A. E.; FERREIRA, B. S.; LAGES, M. M. B.; RODRIGUES, V. A. F.; THÉ, P. M. P.; PINTO, N. A. V. D. Caracterização e uso da casca de jaboticaba. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 4, p. 603-607. 2012.

GARCIA, L. G. C. **Aplicabilidade Tecnológica da Jaboticaba.** 220f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Goiás. Goiânia-GO, 2014.

JESUS, N. DE; MARTINS, A. B. G.; ALMEIDA, E. J. DE; LEITE, J. B. V.; GANGA, R. M. D.; JUNIOR, E. J. S.; ANDRADE, R.A. DE; MOREIRA, R. F. C. Caracterização de quatro grupos de jaboticabeira, nas condições de Jaboticabal-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 482-485. 2004.

LAMOUNIER, M. L.; ANDRADE, F. DAS C.; MENDONÇA, C. D. DE M.; MAGALHÃES, M. L. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca de jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v.70, n.2. p.93-104.2015.

LI, S.; YANG, J. Q.; OBERLEY, L. W. The role of cellular glutathione peroxidase redox regulation in the suppression of tumor cell growth by manganese superoxide dismutase. **Cancer Research**, Philadelphia, v. 60, n. 15, p. 3927-3929.2000.

LIMA, A. J. B.; BARROS, A. M. D.; ABREU, C. M. P.; ALVES, A. P. C.; CORRÊA, A. D. Caracterização química da fruta jaboticaba (*M. cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericano de Nutrición**, Caracas, v.58, n.4, p.416-421, 2008.

LIMA, Annete de Jesus Boari. **Caracterização e atividade antioxidante da jaboticaba, [Myrciaria cauliflora (Mart.) O. Berg].** 159f. Tese (Doutorado em Agroquímica)- Universidade Federal de Lavras, Lavras- MG. 2009.

LIMA, A. J. B. et al. Anthocyanins, pigmento stability, and antioxidant activity in jaboticaba (*M. cauliflora* (Mart.) O. Berg). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n.3, p. 877-887. 2011.

MARQUETTI, Carline. **Desenvolvimento e obtenção de farinha de casca de jaboticaba**

(*Plinia cauliflora*) para adição em biscoito tipo cookie. 116f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina-PR.2014.

MELLO, J.C.P.; SANTOS, S.C. Taninos. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, G.G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 6.ed., ver., Porto Alegre /Florianópolis, Ed. Universidade/ UFGRS/ Ed. da UFSC, 2007.

MOURE, A.; CRUZ, J.M.; FRANCO, D.; DOMÍNGUEZ, J.M.; SINEIRO, J.; DOMÍNGUEZ, H.; NÚÑEZ, M.J.; PARAJÓ, J.C. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**, London, v.72, n.2, p. 145 - 171, 2001.

NATIVIDADE, M. M. P. **Desenvolvimento, Caracterização e Aplicação Tecnológica de Farinhas Elaboradas com Resíduos da Produção de Suco de Uva.** 203f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal da Lavras, Lavras-MG. 2010.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra barlett (*Pyrus SP.*) em fatias. **Boletim da sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001.

PRADO, Ana Cristina. P. do. **Avaliação da atividade antioxidante da casca e torta de noz-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch].** 131f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC. 2008.

SILVA, A. S. **Avaliação da secagem do bagaço de cajá usando planejamento fatorial composto central.** 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN. 2008.

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA, L.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 59-64, 2008.

SOUZA, D. G. **Caracterização da farinha da casca de jaboticaba e uso em bebidas lácteas saborizada com mamão.** 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Instituto Federal Goiano, Rio Verde -GO, 2016.

TACO – **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos.** 4. ed. ver. e ampl. Campinas: NEPA-UNICAMP, 161p, 2011.

ZAGO, M. F. C. **Aproveitamento de resíduo agroindustrial de jabuticaba no desenvolvimento de formulação de cookie para a alimentação escolar**. 129f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Goiás. Goiânia-GO. 2014.

ZUANAZZI, J. A. S. Flavonóides. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, G. G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, Florianópolis: EdUFSC, 2007.

Capítulo II

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DO FRUTO, POLPA E CASCA DA JABUTICABA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DO FRUTO, POLPA E CASCA DA JABUTICABA

RESUMO

A jabuticaba é um fruto que apresenta alto valor nutricional, principalmente na casca, onde encontra-se elevada quantidade de compostos fenólicos, dentre os quais destacam-se as antocianinas. O objeto do presente trabalho foi realizar a caracterização física do fruto e química da polpa e casca de jabuticabas “Sabará”. Para os frutos inteiros, avaliou-se os seguintes parâmetros físicos: Massa fresca do fruto; porcentagem em casca; porcentagem de polpa + semente; diâmetro longitudinal; diâmetro transversal e índice de formato. A polpa e a casca foram avaliadas quanto aos seguintes parâmetros químicos: Umidade; cinzas; pH; sólidos solúveis; acidez total; índice de maturação (ratio); vitamina C; açúcares redutores, não redutores e amido; compostos fenólicos totais e antocianinas totais. A casca corresponde a aproximadamente 27% do conteúdo do fruto. A polpa foi a fração que apresentou maior conteúdo de umidade (85,02%). As frações (polpa e casca) apresentaram menores quantidades de sólidos solúveis, alta acidez e o percentual de amido, o que pode ser um indicativo do estágio de maturação do fruto no momento da colheita. A quantidade de açúcares redutores, não redutores e amido foi maior na polpa, o que deve-se provavelmente à função exercida por esta fração na manutenção do metabolismo do fruto após a colheita (fonte de energia). A casca apresentou menor pH, o que está relacionado à maior quantidade de ácidos orgânicos como os ácidos cítrico e ascórbico (vitamina C), além da elevada quantidade de compostos fenólicos e antocianinas presentes nesta fração. A elevada quantidade de compostos bioativos identificada neste trabalho demonstra o potencial da casca de jabuticaba para fins alimentícios, farmacêuticos e cosméticos.

Palavras chaves: Antocianinas, compostos antioxidantes, qualidade alimentar, vitaminas.

ABSTRACT

The Jabuticaba is a fruit that presents high nutritional value, mainly the skin, where there is a high amount of phenolic compounds, among which are the anthocyanins. The purpose this work was to perform the physical characterization of the fruit and chemical pulp and skin of Jabuticabas "Sabará". For whole fruits, the following physical parameters were evaluated: fresh fruit mass; percentage in skin; percentage of pulp + seed; longitudinal diameter; transverse diameter and fruit shape index. The pulp and the skin were evaluated for the following chemical parameters: humidity; ashes; pH; soluble solids; total acidity; fruit maturity index (ratio); vitamin C; reducing sugars, non-reducing sugars and starch; total phenolic compounds and total anthocyanins. The skin corresponds to approximately 27% of the fruit content. The pulp was the fraction with the highest humidity content (85.02%). The fractions (pulp and skin) showed smaller amounts of soluble solids, high acidity and high

percentage of starch, which may be indicative of the maturation stage of the fruit at the time of harvest. The amount of reducing sugars, non-reducing sugars and starch was higher in the pulp, which is probably due to the function exerted by this fraction in the maintenance of fruit metabolism after harvest (energy source). The skin showed lower pH, which is related to the greater amount of organic acids like citric and ascorbic acids (vitamin C), besides the high amount of phenolic compounds and anthocyanins present in this fraction. The high amount of bioactive compounds identified in this work demonstrates the potential of Jaboticaba skin for food, pharmaceutical and cosmetic purposes.

Index terms: Anthocyanins, antioxidant compounds, food quality, vitamins.

INTRODUÇÃO

A jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) pertence à família Myrtaceae, podendo ser encontrada em várias regiões do país (BOESSO, 2014). De acordo com Geöcze (2007), a árvore encontra-se largamente distribuída nas regiões Sul e Sudeste, de preferência em mata pluvial atlântica e nas submatas de altitude, sendo comum em muitas regiões do Brasil, principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro e Paraná.

A *Myrciaria cauriflora* é a espécie mais difundida no Brasil, sendo a variedade “Sabará” a mais intensamente plantada seguida da variedade “Paulista”. A jaboticaba Sabará apresenta crescimento médio, frutos pequenos, de epicarpo fino, maturação precoce e polpa bastante saborosa. A jaboticaba Paulista apresenta maior porte e grande produção, além de frutos grandes e coriáceos, com maturação mais tardia do que os frutos da anterior (LIMA et al., 2008).

De acordo com Oliveira et al. (2003), os frutos da jaboticaba “Sabará” são caracterizados como bacilo globosos, apresentando de 20 a 30 mm de diâmetro e polpa macia, esbranquiçada, succulenta e de sabor levemente ácido. Na sua constituição, a jaboticaba apresenta vitamina C (valores médios de 23 mg por 100g de polpa) e minerais, principalmente o ferro, cálcio, fósforo e potássio. Ferreira et al., (2012) destaca que o fruto possui alto valor nutricional, demonstrando valores significativos de fibras (2,3g/100g), potássio (130mg/100g) e magnésio (18mg/100g).

A casca é rica em fibras (37,93g 100g⁻¹ MS), principalmente fibras solúveis (8,43g 100g⁻¹ MS) e minerais, assim como alto teor de compostos fenólicos (8,05g 100g⁻¹ MS)

(ALVES, 2014) como por exemplo os flavonoides dos quais fazem parte as antocianinas que segundo Zago (2014) podem auxiliar na redução do estresse oxidativo, a prevenção de algumas doenças inflamatórias, proteção contra a obesidade e hipoglicemia, melhorias na memória e a proteção do tecido cerebral fetal, além do controle da pressão arterial e de prevenir doenças degenerativas como o câncer e mal de Alzheimer em função de suas propriedades antioxidantes. Zerbielli et al. (2016) mencionam a comprovação do efeito positivo das antocianinas e flavonoides da casca da jabuticaba no combate a radicais livres e conseguinte redução de câncer de próstata, de leucemia e redução do colesterol e do diabetes através de estudos realizado em ratos.

O estudo e caracterização da jabuticaba e suas frações é importante, principalmente por se tratar de um fruto que apresenta compostos naturais que podem trazer uma série de benefícios à saúde humana. Tais estudos poderão incentivar ainda mais o seu consumo, bem como o desenvolvimento de novas técnicas de conservação, já que este fruto é altamente perecível, o que dificulta o seu beneficiamento e comercialização. Deste modo, objetivou-se com o presente trabalho realizar a caracterização física do fruto e química da polpa e casca de jabuticabas “Sabará” colhidos no município de Areia-PB.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho, utilizou-se frutos visualmente maduros (coloração preto arroxeada) colhidos nas primeiras horas da manhã no sítio “Macaquinhos” localizado no município de Areia-PB. Após a colheita, os frutos foram acondicionados em embalagens adequadas devidamente refrigerados e encaminhados ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários (LTPA) do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias/UFPB, Areia-PB, onde foram selecionados eliminando aqueles que apresentavam injúrias físicas ou danos fitopatológicos. Em seguida, foram sanitizados com solução de Hipoclorito de Sódio a 1%, enxaguados em água corrente e secos posteriormente com papel toalha. A caracterização do fruto *in natura* incluindo polpa e casca foi realizada logo após as operações de sanitização e secagem.

Nos frutos inteiros foram determinados: diâmetro longitudinal e transversal (mm) com auxílio de paquímetro manual; índice de formato, através da relação diâmetro

transversal/diâmetro longitudinal; massa fresca, com auxílio de balança analítica digital; porcentagem em casca (%) dividindo-se a massa da casca pela massa fresca dos frutos com resultado multiplicado por 100% e porcentagem de polpa+semente (%), calculada através da diferença entre a porcentagem total (100%) e a porcentagem em casca. Para tais determinações, considerou-se a média de 20 frutos.

A casca e a polpa foram avaliadas nos seguintes parâmetros: umidade (%) determinada por secagem em estufa à $105\pm 3^\circ\text{C}$ até obtenção de peso constante; cinzas, determinadas através de incineração em mufla a 550°C ; acidez total titulável (% de ácido cítrico), por titulação com NaOH a 0,1M até pH 8,2; potencial hidrogeniônico (pH) utilizando-se pHmetro digital; sólidos solúveis (%) determinado por leitura direta em refratômetro digital, sendo a casca macerada em cadinho. Todas conforme Lutz (2008); râtio, determinado pela relação sólidos solúveis/acidez titulável; vitamina C ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}\text{MS}$) conforme metodologia descrita por Strohecker & Henning (1985); carboidratos redutores em glicose, carboidratos não redutores em sacarose e amido (%) determinados pelo método de Lane-Enyon conforme AOAC (1990).

Para a obtenção do extrato fenólico, utilizou-se a metodologia descrita por Bertoldi (2006). Para tanto, adicionou-se 40,0 mL de álcool etílico a 95% em três Erlenmeyeres contendo 1,0 g da amostra (base seca), sob agitação permanente (2 horas) seguido de repouso por 48 horas. Para cada amostra, preparou-se 3 extratos. A casca foi macerada em cadinho utilizando-se aproximadamente 2 mL de álcool, transferida para Erlenmeyer e em seguida completando-se o volume de álcool para 40 mL.

A concentração de polifenóis totais foi determinada pelo método colorimétrico descrito por Swain & Hillis (1959) com modificações de Nascimento et al. (2007). Em Erlenmeyer de 50 mL, foi adicionado 1,5 mL do extrato diluído na proporção (1:6-v/v). Em seguida, adicionou-se 7,5 mL de reagente Folin- Ciocalteau diluído (1:9-v/v) e 6,0 mL de Na_2CO_3 a 7,5%. Na sequência, o recipiente contendo o extrato foi vedado com papel alumínio e transferido para banho-maria na temperatura de 50°C por 5 minutos. O procedimento foi realizado em triplicata e as leituras executadas em espectrofotômetro a 760 nm. Para quantificação dos compostos fenólicos foi utilizada uma curva padrão elaborada com soluções de ácido gálico nas concentrações de 0, 50, 100, 150 e 250 mg/L resultando em coeficiente de correlação (R^2) igual a 0,9869 a 5% de significância. Na preparação da curva,

adicionou-se 1,5 mL de ácido gálico, 7,5 mL de reagente Folin-Ciocalteu e 6,0 mL Carbonato de Sódio. O branco foi preparado substituindo-se o ácido gálico por álcool etílico a 95% utilizando-se as mesmas proporções descritas anteriormente. Os resultados foram expressos em mg equivalente de Ácido Gálico por 100g de matéria seca (mg EAG 100⁻¹ MS).

A extração e quantificação das antocianinas foi realizada conforme procedimentos descritos em Teixeira et al. (2008) com algumas modificações. Para a extração, pesou-se 1g da amostra (base seca) em seguida macerou-se em cadinho utilizando-se aproximadamente 2 mL de solução extratora constituída de Etanol 95% e água (70:30) corrigindo-se o pH para 2,0 com ácido clorídrico. Adicionou-se ao material macerado 78 mL da solução extratora. O material foi armazenado a 5° C por 24 horas ao abrigo da luz. Em seguida, realizou-se a filtração e o sobrenadante foi transferido para balão volumétrico de 100 mL tendo seu volume completado e purificado com 100mL de Éter Etílico conforme os autores.

A quantificação do teor de antocianinas totais foi realizada transferindo-se 1 mL do extrato concentrado para balão de 20 mL. Completou-se o volume com solução de etanol 95% e HCl 1,5 N. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 535 nm sendo a solução extratora considerada como o branco. As determinações foram realizadas em triplicata (para cada amostra, 3 extratos) e os resultados de antocianinas totais expressos em mg por 100g de matéria seca (mg 100g⁻¹ MS).

Os dados foram submetidos a análise de variância utilizando-se o software estatístico Sisvar e as médias confrontadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Considerou-se diferenças significativas quando $p < 0,05$ (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros físicos para o fruto *in natura* estão representados na tabela 1. O peso médio dos frutos analisados foi de 9,85 g sendo superior aos relatados por Oliveira et al. (2003) que apresentaram valores oscilando de 3,56 g para frutos provenientes de Guaíra-SP e 7,40g para frutos adquiridos em Casa Branca- SP.

Os valores médios para percentagem em casca e percentagem em polpa+ semente foram respectivamente de 27,30 e 72,70%. Tais valores encontram-se coerentes aos relatados por Oliveira et al. (2003) que obtiveram valores para estes parâmetros oscilando de 23,20 a

41,21% e 58,79 a 76,80% respectivamente.

O comprimento e diâmetro médio dos frutos foram respectivamente de 2,63 cm e 2,56 cm. Tais resultados foram superiores aos relatados por Jesus et al. (2004) que obtiveram para comprimento e diâmetro do fruto oscilação entre 1,33 a 1,78 cm e 1,21 a 1,64 cm respectivamente para 4 grupos de jaboticabeira pertencente à coleção da FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP.

O índice de formato registrado foi de 0,97, estando próximo aos descritos por Oliveira et al. (2003) que relataram valores oscilando de 0,96 para frutos coletados em Aramina-SP e 0,99 para frutos provenientes de Casa Grande- SP. De acordo Jesus et al. (2004), os frutos de jaboticaba podem apresentar formato oblongo, arredondado e achatados, denotando assim alta variabilidade deste parâmetro para frutos de jaboticaba. A forma juntamente com a aparência e coloração do fruto é muito importante, pois pode influenciar diretamente na preferência do consumidor que normalmente associa estas características a atributos relacionados com a qualidade dos frutos.

Tabela 1. Caracterização física do fruto de Jaboticaba “Sabará” (*Myrciaria jaboticaba* Berg). Areia-PB, 2017.

Parâmetros	Média ± Desvio Padrão
Massa do Fruto (g)	9,85 ± 1,14
Porcentagem em Casca (%)	27,30 ± 2,79
Porcentagem em Polpa + Semente (%)	72,70 ± 2,79
Diâmetro Longitudinal (cm)	2,63 ± 0,15
Diâmetro Transversal (cm)	2,56 ± 0,12
índice de formato*	0,97 ± 0,03

*Calculado através da relação diâmetro transversal/diâmetro longitudinal.

Na tabela 2 estão representados os resultados da composição química da polpa e casca de jaboticaba. Como pode ser observado, a polpa é a fração que apresenta o maior teor de umidade tendo apresentado diferença significativa a 5% de probabilidade quando comparada a umidade presente na casca. Os valores encontrados neste trabalho são superiores aos relatados por Marquetti (2014) mas próximos aos descritos por Farias et al. (2016) para a umidade inicial da casca *in natura*. A alta umidade presente no alimento pode diminuir seu tempo de prateleira, haja vista que a alta atividade da água é fator determinante na multiplicação de microrganismo, entre eles fungos e bactérias, que além de colonizar o

alimento, podem produzir toxinas que diminuem a qualidade e segurança alimentar do produto alimentício. A redução na vida útil do produto pode ser em função do alto teor de umidade que em contato com o substrato, favorece a multiplicação de tais organismos, além de contribuir com o desenvolvimento de reações autolíticas.

Tabela 2. Composição química da polpa e casca de Jabuticaba “Sabará” (*Myrciaria jaboticaba* Berg). Areia-PB, 2017.

Parâmetros	Fração		
	Polpa	Casca	CV (%)
Umidade (%)	85,02 a	81,66 b	0,05
Cinzas (%)	0,33 b	0,57 a	0,00
pH	3,99 a	3,70 b	1,71
Sólidos Solúveis (%)	10,00 a	9,96 a	6,99
Acidez Total (% ácido cítrico)	1,94 b	2,42 a	4,90
Ratio*	5,16 a	4,12 b	9,22
Vitamina C (mg 100g ⁻¹)	105,04 b	231,62 a	5,18
Açúcares Redutores (% Glicose)	8,82 a	6,94 b	7,45
Açúcares não Redutores (% Sacarose)	7,14 a	5,00 b	2,66
Amido (%)	1,92 a	1,26 b	9,75
Compostos Fenólicos Totais (mg EAG 100g ⁻¹ MS)	268,79 b	5285,09 a	6,22
Antocianinas Totais (mg 100g ⁻¹ MS)	26,02 b	626,54 a	5,72

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

*Calculado através da relação sólidos solúveis/acidez total.

EAG= Equivalente de ácido gálico

MS= Matéria Seca.

CV= Coeficiente de variação.

De acordo com Alves (2011), a secagem de material vegetal diminui as perdas por degradação e alterações químicas dos tecidos durante o armazenamento, além de ser fundamental para determinação da matéria seca.

Em relação ao percentual de cinzas, este apresentou diferenças significativas entre as frações (0,33 e 0,57% para polpa e casca respectivamente) sendo a casca a que apresentou o maior conteúdo. Os valores encontrados neste trabalho foram inferiores aos relatados por Lima et al. (2008) que ao estudar os teores de cinzas do fruto inteiro e suas frações constataram valores de 2,71 e 4,40 g 100g⁻¹ MS para polpa e casca respectivamente.

De acordo com Lamounier et al. (2015), os minerais são importantes para desempenhar as funções normais das células, tendo em vista serem responsáveis pelo

regulamento da ativação de várias enzimas, o equilíbrio ácido-base, a pressão osmótica, a atividade muscular e nervosa. Facilitam ainda o fluxo de compostos essenciais através das membranas, colaboram na formação dos ossos, composição da hemoglobina, expressão gênica, metabolismo de carboidratos e em certos casos, estão presentes em parte dos elementos constituintes dos tecidos do organismo.

Os valores de pH diferiram significativamente entre si, sendo a polpa a fração que apresentou o maior valor. De acordo com estes resultados, a casca foi considerada mais ácida do que a polpa, o que pode estar relacionado com a presença de grande quantidade de compostos fenólicos nela presente, os quais podem apresentar caráter ácido, como por exemplo os derivados dos ácidos benzóico e cinâmico (SIMÕES et al., 2003).

O percentual de Sólidos Solúveis foi maior na polpa, embora não tenha sido registrada diferença significativa quando comparado com a casca (Tabela 2). Lima et al. (2008) relataram valores de 11,6% para a casca e 14,13% para a polpa de jabuticaba variedade “Sabará”, sendo os resultados alcançados neste trabalho (10,00 e 9,96% para polpa e casca respectivamente), inferiores aos mencionados por estes autores. O conteúdo de sólidos solúveis é considerado baixo para a jabuticaba quando comparado com outros dados disponíveis na literatura, o que de acordo com Lamounier et al. (2015) pode reduzir a lucratividade, já que no processamento de frutas e hortaliças quanto menor for o teor de SST, maior será a quantidade de açúcar necessária para atingir a concentração de sólidos requerida no produto final. Por outro lado, o baixo conteúdo de sólidos solúveis presente nestes frutos pode indicar um maior tempo pós colheita, pois como citado em Daiuto et al. (2009) o elevado teor de açúcares pode relacionar-se com uma maior deterioração e fermentação culminando com a minimização da vida útil do fruto.

Os valores para acidez total encontrados nas frações analisadas diferiram significativamente com maior conteúdo verificado na casca (1,94 e 2,42% para polpa e casca respectivamente). Estes valores suplantaram os resultados alcançados por Marquetti (2014) que obteve 0,52g ácido cítrico 100g⁻¹ de massa fresca para casca e Lima et al. (2008) que relataram 0,97 e 1,67g ácido cítrico 100g⁻¹ de massa fresca para polpa e casca respectivamente. Tais divergências podem estar relacionadas à fatores edafoclimáticos haja vista que o trabalho desenvolvido por Marquetti (2014) utilizou jabuticabas (*Plinia cauliflora*) colhidas na região Sudoeste do Paraná enquanto que Lima et al. (2008) utilizaram

frutos colhidos no município de Coqueiral-MG. Além disso, o grau de maturação no momento da colheita pode influenciar significativamente a qualidade final do produto. Neste sentido, os maiores valores para acidez encontrados neste trabalho podem ter sido em função do processo de maturação dos frutos, pois segundo Pech (2002) com o avanço na maturação dos frutos, ocorre diminuição da acidez em função da decomposição de ácidos orgânicos na via respiratória, os quais são metabolizados em moléculas não ácidas.

O ratio (índice de maturação) calculado apresentou valores significativamente diferentes destacando-se a fração polpa com maior valor. Esse valor pode ser reflexo da menor acidez presente nesta fração, já que este índice é calculado pela relação sólidos solúveis/acidez total. Tal resultado foi inferior ao relatado por Oliveira et al. (2003) que ao realizarem a caracterização tecnológica de jabuticabas “Sabará” provenientes de 10 regiões de cultivo no estado de São Paulo encontraram valores oscilando de 7,43 a 17,9 para frutos adquiridos em Guaira-SP e Ituverava-SP respectivamente. Esta relação pode representar um indicativo do índice de maturação dos frutos. Assim, quanto menor for esta relação, menor será o grau de maturação dos mesmos.

O teor de vitamina C apresentou diferenças significativas sendo a casca a fração que apresentou o maior valor (231,62 mg.100g⁻¹). Tais resultados são divergentes dos relatados por Alves (2011) que ao analisar a influência de quatro processos de secagem das cascas de jabuticabas nos compostos bioativos constatou que a secagem da casca de jabuticaba em estufa a 60°C apresentou teor de vitamina C igual a 344,43 mg 100g⁻¹. O autor verificou ainda que desidratação por liofilização foi a mais eficiente na conservação da vitamina C (509,67 mg. 100g⁻¹ MS). Lima (2009) estudando as características químicas de duas variedades e jabuticabas e suas frações encontrou para polpa da jabuticaba “Sabará” valor médio de 167,54 mg.100g⁻¹ MS para vitamina C, sendo inferior ao conteúdo verificado neste trabalho.

Vieites et al. (2011) mencionam que além das propriedades funcionais, o ácido ascórbico poderá também se comportar como agente antioxidante no fruto, o que levará a preservação da sua qualidade no decorrer do armazenamento refrigerado.

Ainda na tabela 2, observa-se que a polpa, dentre as frações analisadas foi a que apresentou o maior conteúdo de açúcares redutores e não redutores. O teor de açúcares redutores (% Glicose) foi de 6,94 e 8,82% enquanto que o conteúdo de açúcares não redutores (% Sacarose) foi de 5,0 e 7,14% para casca e polpa respectivamente. O maior conteúdo de

açúcares presentes na polpa relaciona-se provavelmente com a função exercida por cada fração. Lima et al. (2010) também encontrou valores de açúcares redutores e não redutores maiores na polpa em relação a casca. Os valores alcançados no presente trabalho são inferiores aos relatados por estes autores.

Boesso (2014) ao compilar dados disponíveis na literatura sobre a composição química da polpa de jabuticaba “Sabará” *in natura* observou que esta fração apresentou altos teores de açúcares (12,52% e 3,08% para açúcares redutores e não redutores respectivamente) e baixo valor de fibra bruta (0,09%).

A polpa tem dentre outras finalidades, a de armazenar reservas para manutenção do metabolismo após a colheita do fruto. A casca por sua vez, tem como principais funções a proteção e compartimentalização do fruto sendo constituída por grande quantidade de polissacarídeos estruturais, como é o caso da celulose. Lima et al. (2008) encontraram valores de fibras solúveis (1,93 e 6,8g 100g⁻¹ MS) e fibras insolúveis (3,30 e 26,43g 100g⁻¹ MS) maiores na casca em relação ao conteúdo observado na polpa.

A quantidade de amido encontrada diferiu significativamente entre as frações analisadas sendo que o maior conteúdo foi verificado na polpa. Tais valores são superiores aos relatados por Campos et al., (2002) citados por Boesso (2014) que observaram valores na ordem de 0,25% de amido para polpa de jabuticaba *in natura*. A quantidade de amido, teor de açúcares e elevada acidez observada neste trabalho (quando comparados com dados disponíveis na literatura) pode sugerir dentre outras coisas que os frutos de jabuticaba utilizados neste trabalho ainda se encontravam em processo de amadurecimento, embora tenham sido colhidos em estágio visualmente maduros.

O amido é uma importante fonte energética vegetal que durante amadurecimento do fruto de jabuticabeira degrada-se em açúcares solúveis dando origem à mudanças fundamentais no sabor e na textura dos mesmos. Diversas enzimas são responsáveis por estas mudanças que ocorrem ao longo do amadurecimento dos frutos, entre elas a peroxidase (E C 1.11.1.7), além de enzimas que estão correlacionadas em vários processos como a síntese de etileno, o balanço hormonal, a integridade das membranas celulares e o controle respiratório (CORRÊA et al., 2007).

Como pode ser observado na tabela em discussão, a quantidade de compostos fenólicos totais encontradas apresentou diferenças significativas entre as partes do fruto,

destacando-se a casca com grande quantidade (aproximadamente 20 vezes mais do que a concentração presente na polpa). Tais resultados são inferiores aos relatados por Marquetti (2014) para casca que foi de $5584 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ MS (dados convertidos a partir da matéria fresca) e Lima et al. (2008) que obtiveram para a variedade “Sabará” valores de $0,49\text{g } 100\text{g}^{-1}$ e $11,99\text{g } 100\text{g}^{-1}$ MS para polpa e casca respectivamente.

O conteúdo de antocianinas totais registrado foi maior na casca apresentando diferença significativa quando comparado com a quantidade presente na polpa (tabela 2). Os dados são divergentes aos relatados por Marquetti (2014) para a casca *in natura* ($32,58 \text{ mg Cy-3-glicosídeo } 100\text{g}^{-1}$).

Silva et al. (2010) estudando teores de antocianinas totais, polifenóis totais e atividade antioxidante dos extratos antociânicos obtidos a partir da casca de jabuticaba constatou conteúdo de antocianinas totais igual a $48,06 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$, compostos totais de $636,23 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$ e atividade antioxidante de $723,84 \mu\text{M de Trolox/g}$, demonstrando o potencial da casca de jabuticaba como fonte de compostos que podem trazer benefícios à saúde.

A casca da jabuticaba é rica em compostos fenólicos, entre eles as antocianinas que pertencem ao grupo dos flavonoides (ZAGO, 2014). Em consequência desta alta quantidade de compostos fenólicos, a casca apresenta propriedades adstringentes, eficazes contra diarreia e irritações da pele. Algumas pesquisas têm reportado que a utilização de chás e sucos elaborados com a casca podem auxiliar no tratamento de problemas de saúde como alergias, imunodeficiências, fragilidade capilar, amigdalite, infecções intestinais, varizes, erisipela, asma, entre outros. Além disso, tais substâncias são eficientes contra a peroxidação de lipídeos, a aglomeração de plaquetas, diminuem os teores de colesterol e triacilgliceróis, atuando concordantemente como agentes antioxidantes, reduzindo o impacto causado por compostos tóxicos, principalmente aqueles advindos da respiração celular (radicais livre), evitando doenças crônicas neuro-degenerativas como o Alzheimer, Parkinson, etc. Ainda podem ser utilizadas como anti inflamatório e evitam a ocorrência de cataratas em diabéticos (FERREIRA et al., 2012).

A casca de jabuticaba apresenta uma grande quantidade de compostos fenólicos dentre os quais destacam-se as antocianinas. A casca embora apresente tal valor nutricional é comumente descartada. Partindo deste pressuposto, observa-se a importância do desenvolvimento de pesquisas direcionadas ao aproveitamento deste resíduo para sua

utilização na alimentação humana. Na literatura é possível encontrar alguns trabalhos que já utilizam este resíduo para produção de farinha e aproveitamento na formulação de novos produtos alimentícios (ALVES, 2011; FERREIRA et al., 2012; MARQUETTI, 2014; ZAGO, 2014; LAMOUNIER et al., 2015; SOUZA, 2016), no entanto, são necessárias mais pesquisas principalmente no que se refere a métodos de conservação do resíduo sem que haja consideráveis perdas dos seus compostos funcionais e nutricionais, bem como o estudo com a finalidade de avaliar a influência de tais elementos à saúde humana através da dieta destes novos produtos formulados.

CONCLUSÃO

A polpa foi a fração que apresentou o maior teor de umidade, açúcares redutores, não redutores e amido. Entre os parâmetros químicos analisados, destacou-se a quantidade de compostos fenólicos e antocianinas totais presentes na casca (aproximadamente 20 e 24 vezes respectivamente a quantidade presente na polpa), demonstrando o potencial da casca de jaboticaba para fins alimentícios, farmacêuticos e cosméticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A. P. DE C. **Casca de Jaboticaba (*Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg): processo de secagem e uso como aditivo em iogurte**. 91p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica)- Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 2011.
- ALVES, A. P. DE C. **Farinha de Casca de Jaboticaba: Armazenamento e Aplicações**. 104f. Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 2014.
- AOAC. Official methods of analysis. **Association of official analytical chemists**. 15th ed. Washington, 1990.
- BERTOLDI, M. C. **Atividade antioxidante in vitro da fração fenólica, das oleorresinas e do óleo essencial de pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 2006.
- BOESSO, F. F. **Caracterização físico-química, energética e sensorial de refresco**

adoçado de jaboticaba. 75p. Dissertação (Mestre em Agronomia)- Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Botucatu- SP. 2014.

CAMPOS, C. R. et al. **Avaliação do processo fermentativo da bebida alcoólica de jaboticaba** (*Myrciaria cauliflora* Berg) In: congresso brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos, 13., 2002, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: SBCTA, p.932-935. 1 CD-ROM. 2002.

CORRÊA, M. O.G.; PINTO, D. D.; ONO, E. O. Análise da atividade respiratória em frutos de jaboticaba. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, s. 2, p. 831-833. 2007.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; MORAES, M. R.; EVANGELISTA, R. M. **Conservação pós colheita de frutos de jaboticaba por irradiação.** 2009. Disponível em:< <http://www.redalyc.org/pdf/813/81315095006.pdf> >. Acesso em Julho de 2017.

FARIAS, D. DE P.; PORCINO, G. O.; OLIVEIRA, M. R. T. DE (2016). **Cinética de secagem e elaboração de farinha da casca de jaboticaba** (*Myrciaria jaboticaba* Berg). II Encontro Nacional da Agroindústria: Desafios da Agroindústria no Brasil (p.1053-1056). Bananeiras: Instituto Bioeducação. 2016.

FERREIRA, A. E.; FERREIRA, B. S.; LAGES, M. M. B.; RODRIGUES, V. A. F.; THÉ, P. M. P.; PINTO, N. A. V. D. produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jaboticaba em biscoitos tipo cookie. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 4, p. 603-607, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GEÓCZE, A. C. **Influência da preparação do licor de jaboticaba** (*Myrciaria jaboticaba* Vell berg) **no teor de compostos fenólicos.** 81p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)- Faculdade de Farmácia da UFMG, Belo Horizonte- MG. 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4a ed., 1 ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

JESUS, N. DE; MARTINS, A. B. G.; ALMEIDA, E. J. DE; LEITE, J. B. V.; GANGA, R. M. D.; JUNIOR, E. J. S.; ANDRADE, R. A. DE; MOREIRA, R. F. C. Caracterização de quatro grupos de jaboticabeira, nas condições de Jaboticabal-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p. 482-485. 2004.

LAMOUNIER, M. L.; ANDRADE, F. C.; MENDONÇA, C. D.; MAGALHÃES M. L.

Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 70, n. 2, p. 93-104, 2015.

LIMA, A.J.B.; CORRÊA, A.D.; ALVES, A.P.C.; ABREU, C.M.P.; DANTAS-BARROS, A.M. Caracterização química do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latino americanos de Nutrición**, Caracas, v.58, n.4, p.416-421, 2008.

LIMA, A. DE J. B. **Caracterização e atividade antioxidante da jaboticaba, [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg]**. 159p. Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 2009.

LIMA, A. DE J. B.; CORRÊA, A. D.; DANTAS-BARROS, A. M.; NELSON, D. L.; AMORIN, A. C. L. Sugars, organic acids, minerals and lipids in jaboticaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.2. 2010.

MARQUETTI, C. **Desenvolvimento e obtenção de farinha de casca de jaboticaba (*Plinia cauliflora*) para adição em biscoito tipo cookie**. 116f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina-PR, 2014.

NASCIMENTO, E. A; MORAIS, S. A. L. PILO-VELOSO, D.; CHANG, R.; REIS, D. C. **Atividade Antioxidante de Própolis verde, marrom e avermelhada de regiões que contém alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*)** 2007. Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/92/artigo2.htm>. Acesso em Julho de 2017.

OLIVEIRA, A. L. DE; BRUNINI, M.A.; SALANDINI, C.A. R.; BAZZO, F. R. Caracterização tecnológica de jaboticabas ‘sabará’ provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 397-400. 2003.

PECH, J. C. Unravelling the mechanisms of fruit ripening and development of sensory quality through the manipulation of ethylene biosynthesis in melon. In: NATOADVANCED RESEARCH WORKSHOP ON BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY OF THE PLANT HORMONE ETHYLENE, Murcia. **Anais**. 2002.

SILVA, G. J. F. DA; CONSTANT, P. B. L.; FIGUEIREDO, R. W. DE; MOURA, S. M. Formulação e estabilidade de corantes de antocianinas extraídas das cascas de jaboticaba (*Myrciaria* ssp). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n.3, p. 429-436. 2010.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELO, J. C. P.; MENTZ, L.

A.;PETROVICK,P. R. **Farmacognosia da planta ao medicamento**. 5ªed. Porto Alegre/Florianópolis. UFRGS. 2003. 1104 p.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Analisis de vitaminas: metodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo. 428p. 1985.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The Phenolic Constituents of Prunus Domestica. The Quantitative analysis of Phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**., v. 10. p. 63-68, 1959.

TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, p. 297-304, 2008.

VIEITES, R. L. et al. Caracterização físico- química, bioquímica e funcional da jaboticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 362-375, 2011.

ZAGO, M. F. C. **Aproveitamento de resíduo agroindustrial de jaboticaba no desenvolvimento de formulação de cookie para a alimentação escolar**. 129f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2014.

ZERBIELLI, L.; NIENOW, A. A.; DALACORTE, L.; JACOBS, R.; DARONCH, T. Diversidade físico-química dos frutos de jaboticabeiras em um sítio de ocorrência natural. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.38, n.1. p. 107-116. 2016.

Capítulo III

CINÉTICA DE SECAGEM, ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DE JABUTICABA

CINÉTICA DE SECAGEM, ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DE JABUTICABA (*Myrciaria jaboticaba* Berg)

RESUMO

A jaboticaba é um fruto bastante apreciado por suas características peculiares. A casca (fração normalmente descartada) apresenta elevada grau de umidade, sendo necessário a utilização de métodos de secagem que proporcione maior período de conservação, além de facilitar o manuseio e possibilitar o correto destino deste resíduo. O objetivo do presente trabalho foi desenvolver a cinética de secagem da casca, bem como elaborar e caracterizar quimicamente a farinha obtida. Para tanto, as cascas foram acondicionadas em cestas confeccionadas com tela comercial de aço. A secagem foi realizada em triplicata utilizando estufa de circulação de ar forçado a $60 \pm 5^\circ \text{C}$ sendo as leituras realizadas em períodos pré-determinados. Determinou-se o teor de cinzas, pH, acidez total, sólidos solúveis, açúcares redutores, açúcares não redutores, amido, compostos fenólicos totais e antocianinas totais da farinha obtida. A casca da jaboticaba apresentou alto teor de umidade inicial (81,67%). Observou-se rápida perda de umidade nos instantes iniciais, sendo que a estabilização ocorreu ao atingir aproximadamente 15% de umidade. Após 7 horas de secagem, a umidade atingiu o percentual de 12,46% de umidade, de acordo com os padrões exigidos pela legislação. A farinha obtida apresentou pH de 3,4 e acidez de 10,61% de ácido cítrico, com elevada quantidade de açúcares redutores (26,55% de Glicose) e não redutores (12,50% de Sacarose), destacando-se principalmente pela quantidade de compostos fenólicos totais (3.277,02 mg equivalente de ácido gálico 100g^{-1} de matéria seca) e antocianinas totais (349,63 mg 100g^{-1} de matéria seca). Em função de suas características químicas, a farinha de jaboticaba apresenta elevado potencial para ser utilizada na indústria alimentícia, especialmente pela grande quantidade de compostos com atividade antioxidante presente no resíduo após secagem, possibilitando seu emprego na formulação de novos produtos com alto valor nutricional.

Palavras chaves: Jaboticaba “Sabará”; resíduos de jaboticaba; compostos antioxidantes.

ABSTRACT

The Jaboticaba is a fruit very appreciated for its peculiar characteristics. The skin (fraction normally discarded) presents a high degree of humidity, being necessary the use of drying methods that provides a longer shelf life, besides facilitating the handling and to enable the correct destination of this residue. The purpose this work was to develop the drying kinetics of the skin, as well to elaborate and characterize chemically the flour obtained. For this, the skins were conditioned in baskets made with mesh commercial steel. The drying was performed in triplicate using stove circulation forced air at $60 \pm 5^\circ \text{C}$ and the readings were performed in predetermined periods. Were determined the ash content, pH, total acidity, soluble solids, reducing sugars, non-reducing sugars, starch, total phenolic compounds and total anthocyanins of the flour obtained. The skin of the Jaboticaba presented high initial

humidity content (81.67%). Was observed rapid loss of humidity in the initial instants, being that the stabilization occurred when reaching approximately 15% of humidity. After 7 hours of drying, the humidity reached the percentage of 12.46%, being in accordance with the standards required by the legislation. The flour obtained presented pH of 3,4 and acidity of 10,61% of citric acid, with a high amount of reducing sugars (26,55% of Glucose) and non-reducing sugars (12.50% Sucrose), highlighting mainly the quantity of total phenolic compounds (3,277.02 mg of equivalent galic acid 100g⁻¹ dry matter) and total anthocyanins (349,63 mg 100g⁻¹ dry matter). In function to its chemical characteristics, the flour of the skin of Jabuticaba presents high potential to be used in the food industry, especially due to the great amount of compounds with antioxidant activity present in the residue after drying, allowing its use in the formulation of new products with high nutritional value.

Index terms: Jabuticaba “Sabará”, residues of Jabuticaba, antioxidants compounds.

INTRODUÇÃO

A jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg) é uma espécie frutífera nativa do Brasil encontrada em grande faixa territorial do país indo desde o Pará até o Rio Grande do Sul. Sua maior ocorrência e produtividade concentram-se nos estados da região Sudeste, embora seja cultivada na sua grande maioria como planta de fundo de quintal, em pomares domésticos (ALVES, 2011).

A espécie mais cultivada no Brasil é a *M. cauliflora*, sendo que as principais variedades cultivadas no país são a jabuticaba Paulista e a Sabará (LIMA et al., 2008). Esta última é a mais apreciada e cultivada em função principalmente de suas características organolépticas e tecnológicas de interesse para a indústria de processamento.

A jabuticaba apresenta alto grau de perecibilidade o que representa consequentemente, um período curto (normalmente 2 a 3 dias) de comercialização após a colheita em virtude do elevado teor de água, açúcares e outros constituintes presente na polpa (ASCHERI et al., 2006). A polpa do fruto (parte geralmente consumida) apresenta características organolépticas peculiares, incluindo sua acidez, doçura e aroma agradável. O seu consumo é feito normalmente na forma *in natura*, mas pode ser beneficiada para produção de doces, geleias, licores, sucos, compotas (FERREIRA et al., 2012).

Apesar da casca apresentar alto valor nutricional (altos teores de compostos fenólicos com atividade antioxidantes além de minerais) esta é normalmente descartada, o que

representa uma perda de até 43% do fruto, sendo necessário o uso de metodologias que direcionem o correto destino para este resíduo (ALVES, 2011).

Neste sentido, a secagem da casca de jabuticaba torna-se uma alternativa bastante viável para conservação e utilização desta fração na formulação de outros produtos alimentícios, reduzindo assim os desperdícios pelo aproveitamento de tais resíduos. Nos últimos anos, tem-se verificado na literatura o desenvolvimento de trabalhos com o propósito de confeccionar a farinha da casca de jabuticaba e avaliar o seu potencial tecnológico como aditivo na formulação de produtos alimentícios. Desta maneira, o conhecimento da sua composição química torna-se imprescindível para incentivo do seu emprego em escala industrial na confecção de novos produtos alimentícios enriquecidos com a farinha da casca de jabuticaba, além de impulsionar o desenvolvimento de novos trabalhos com a finalidade de minimizar as perdas pós processo de secagem do resíduo. Assim, objetivou-se no presente trabalho o desenvolvimento da cinética de secagem da casca, bem como elaboração e caracterização química da farinha obtida.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização deste trabalho, utilizou-se frutos visualmente maduros (coloração preto arroxeada) colhidos nas primeiras horas da manhã no sítio “macaquinhos” localizada no município de Areia-PB. Após a colheita, os frutos foram acondicionados em embalagens adequadas devidamente refrigerados e encaminhados ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários (LTPA) do Departamento de Solos e Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias/UFPB, Areia-PB, onde foram selecionados eliminando aqueles que apresentavam injúrias físicas ou danos fitopatológicos. Em seguida, foram sanitizados com solução de Hipoclorito de Sódio a 200 ppm, enxaguados em água corrente e secos posteriormente com papel toalha. Os frutos foram acondicionados em embalagens adequadas e armazenado sob temperatura de congelamento até realização do processo de secagem.

Para elaboração da cinética de secagem, os frutos foram despulpados e a casca limpa e repartidas em porções menores. Pesou-se 3 g da casca que foi acondicionada em cesta confeccionada especialmente para este fim, em tela comercial de malha de 2 mm com dimensões de 7x7x3 cm. A secagem foi realizada em estufa de circulação de ar forçado a $60 \pm 5^\circ \text{C}$. As determinações (pesagens) foram realizadas em intervalos de 0; 5; 10; 15; 20;

25;35; 45; 60; 80; 100; 120; 150; 180; 240; 300; 420; 540 e 720 minutos. A determinação de umidade inicial (tempo 0) e final foram realizadas em cadinho a $105 \pm 3^\circ \text{C}$ repetindo a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante conforme Lutz (2008).

A casca seca foi triturada em liquidificador, pesada, peneirada e acondicionadas em embalagens ao abrigo da luz, tendo-se assim confeccionada a farinha da casca de jabuticaba.

A farinha foi avaliada nos seguintes parâmetros químicos: sólidos solúveis (%) determinado por leitura direta em refratômetro digital após maceração e diluição em água (1:9-v/v); potencial hidrogeniônico (pH) utilizando-se pHmetro digital; acidez titulável (% de ácido cítrico), determinada por titulação com NaOH a 0,1M até pH 8,2; cinzas determinadas através de incineração em mufla a 550°C . Todas conforme Lutz (2008); carboidratos redutores em glicose, carboidratos não redutores em sacarose e amido(%) determinados pelo método de Lane & Enyon conforme AOAC (1990).

Para a obtenção do extrato fenólico, utilizou-se a metodologia descrita por Bertoldi (2006). Para tanto, adicionou-se 40,0 mL de álcool etílico a 95% em três Erlenmeyer contendo 1,0 g da amostra (base seca), sob agitação permanente (2 horas) seguido de repouso por 48 horas. Para cada amostra, preparou-se 3 extratos. A farinha foi macerada em cadinho utilizando-se aproximadamente 2 mL de álcool, transferida para Erlenmeyer e em seguida completando o volume de álcool para 40 mL.

A concentração de polifenóis totais foi determinada pelo método colorimétrico descrito por Swain & Hillis (1959) com modificações de Nascimento et al. (2007). Em Erlenmeyer de 50 mL, foi adicionado 1,5 mL do extrato diluído na proporção (1:6-v/v). Em seguida, adicionou-se 7,5 mL de reagente Folin- Ciocalteau diluído (1:9-v/v) e 6,0 mL de Na_2CO_3 a 7,5%. Na sequência, o recipiente contendo o extrato foi vedado com papel alumínio e transferido para banho-maria na temperatura de 50°C por 5 minutos. O procedimento foi realizado em triplicata e as leituras executadas em espectrofotômetro a 760 nm. Para quantificação dos compostos fenólicos foi utilizada uma curva padrão elaborada com soluções de ácido gálico nas concentrações de 0, 50, 100, 150 e 250 mg/L resultando em coeficiente de correlação (R^2) igual a 0,9869 a 5% de significância. Na preparação da curva, adicionou-se 1,5 mL de ácido gálico, 7,5 mL de reagente Folin-Ciocalteau e 6,0 mL Carbonato de Sódio. O branco foi preparado substituindo-se o ácido gálico por álcool etílico a 95% utilizando-se as mesmas proporções descritas anteriormente. Os resultados foram

expressos em mg equivalente de Ácido Gálico por 100g de matéria seca (mg EAG 100⁻¹ MS).

A extração e quantificação das antocianinas foram realizadas conforme procedimentos descritos em Teixeira et al. (2008) com algumas modificações. Para a extração, pesou-se 1g da amostra (base seca) em seguida macerou-se em cadinho utilizando aproximadamente 2 mL de solução extratora constituída de Etanol 95% e água (70:30) corrigindo-se o pH para 2,0 com ácido clorídrico. Adicionou-se ao material macerado 78 mL da solução. Extratora. O material foi armazenado a 5° C por 24 horas ao abrigo da luz. Em seguida, realizou-se a filtração e o sobrenadante foi transferido para balão volumétrico de 100 mL tendo seu volume completado e purificado com 100mL de Éter Etílico conforme os autores.

A quantificação do teor de antocianinas totais foi realizada transferindo-se 1 mL do extrato concentrado para balão de 20 mL. Completou-se o volume com solução de etanol 95% e HCl 1,5 N. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 535 nm sendo a solução extratora considerada como branco. As determinações foram realizadas em triplicata (para cada amostra, 3 extratos) e os resultados de antocianinas totais expressos em mg por 100g de matéria seca (mg 100g⁻¹ MS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 representa a cinética de secagem da casca de jaboticaba a 60 ±5° C. Observa-se um alto valor de umidade inicial na casca in natura (81,67%). Tal resultado foi superior aos relatados por Farias et al. (2016) (79%), porém inferior ao verificado por Alves (2011) (83,4%). Nos primeiros 5 minutos de secagem, a umidade reduziu aproximadamente 11% em relação ao valor inicial. Comportamento similar foi verificado por Farias et al. (2016) que relatou redução de aproximadamente 10% em relação ao valor inicial da umidade nos primeiros 5 minutos de secagem ao estudar a cinética de secagem da casca de jaboticaba.

Ao transcorrer 20 minutos do processo de secagem, a umidade reduziu aproximadamente 36%, passando de 81,67% para 52,15%. Após 60 minutos de secagem, verifica-se que a umidade atingiu a marca de 22,63%. Assim, nota-se rápida perda no conteúdo de umidade nos instantes iniciais até alcançar aproximadamente 15%.

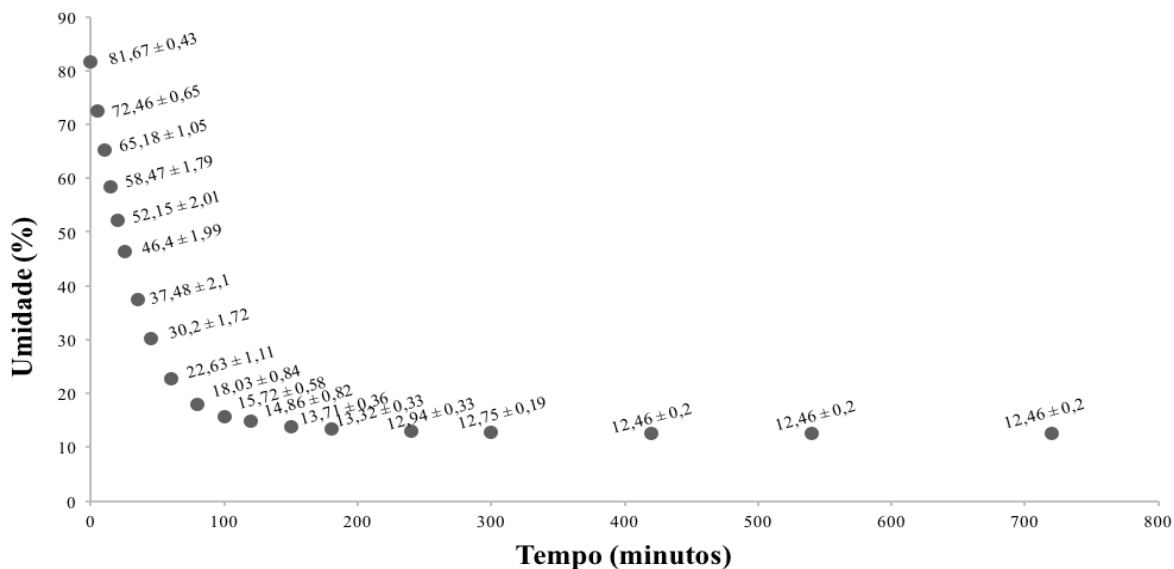


Figura 1. Cinética de secagem da casca do fruto de jabuticaba em estufa com circulação de ar forçado a $60 \pm 5^\circ \text{C}$. Areia-PB, 2017.

A rápida depreciação nos valores de umidade nos instantes iniciais de secagem pode ser justificada pela alta percentagem de água superficial presente na casca da jabuticaba. Esta água é facilmente retirada pela ação do calor e ar quente que entra em contato com a casca (por convecção o ar quente retira a umidade livre). Outro fator bastante pertinente que pode ter influenciado para rápida secagem da casca foi a cesta vazada onde foi colocado a amostra, pelo fato desta não ter criado a barreira física (verificada nos cadinhos comumente utilizados no processo de desidratação) que dificulta a ação do ar (FARIAS et al., 2016).

Ao estudar a influência de 3 temperaturas (30 , 45 e 60°C) na secagem da casca de jabuticaba, Alves (2011) observou o mesmo comportamento, sendo que a menor variação foi alcançada quando a umidade atingiu 20% . Este mesmo autor constatou ainda que a maior temperatura adotada diminui o tempo necessário para a secagem da casca, sendo que para a temperatura de 30°C , a estabilização ocorreu em aproximadamente 64 horas e para 45 e 60°C , a estabilização ocorreu no período correspondente a 34 e 32 horas, respectivamente. Neste trabalho, a estabilização da umidade ocorreu após 7 horas de secagem, tempo consideravelmente inferior quando comparado ao relatado pelo autor supracitado.

Após 7 horas de secagem em estufa com circulação de ar forçado, o valor da umidade da farinha da casca de jabuticaba foi de $12,46 \pm 0,20\%$ (Tabela 1). O conteúdo de umidade encontrado está dentro do máximo permitido pela legislação brasileira que é de 15%

(BRASIL, 2005).

Na tabela 1 estão representados os valores encontrados na análise dos parâmetros químicos da farinha de jabuticaba. Como pode ser observado, o teor de cinzas foi de $1,51 \pm 0,02\%$. Tal resultado foi superior ao relatado por Marquetti (2014) (1,13%) e inferior aos descritos por Ferreira et al. (2012) (3,89%) e Zago (2014) (2,98%) para a farinha da casca de jabuticaba. As cinzas podem ser consideradas como indicativo do conteúdo mineral total presente no alimento. Assim, quanto maior for a presença de minerais presente no alimento, maior será o valor deste parâmetro.

Tabela 1. Caracterização química da farinha da casca de jabuticaba. Areia-PB, 2017.

Parâmetros	Média ± Desvio Padrão
Cinzas (%)	$1,51 \pm 0,02$
pH	$3,4 \pm 0,00$
Acidez Total (% Ácido Cítrico)	$10,61 \pm 0,86$
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	$2,47 \pm 0,05$
Açúcares Redutores (% glicose)	$26,55 \pm 0,33$
Açúcares não Redutores (% Sacarose)	$12,50 \pm 0,00$
Amido (%)	$2,35 \pm 0,30$
Compostos Fenólicos Totais (mg EAG 100g ⁻¹ MS)	$3.277,02 \pm 74,54$
Antocianinas Totais (mg 100g ⁻¹ MS)	$349,63 \pm 10,42$

EAG= Equivalente ácido gálico
MS= Matéria Seca.

De acordo com Lamounier et al. (2015), os minerais são importantes para desempenhar as funções normais das células, tendo em vista que são responsáveis pelo regulamento da ativação de várias enzimas, o equilíbrio ácido-base, a pressão osmótica, a atividade muscular e nervosa. Facilitam ainda o fluxo de compostos essenciais através das membranas, colaboram na formação dos ossos, composição da hemoglobina, expressão gênica, metabolismo de carboidratos e em certos casos, estão presentes em parte dos elementos constituintes dos tecidos do organismo.

O pH e acidez total apresentaram valores de 3,40 e 10,61% de ácido cítrico respectivamente. Os valores são próximos aos descritos por Lamounier et al. (2015) que encontrou pH de 3,27 e acidez total de 9,4 100g⁻¹. Com estes resultados, a farinha da casca de jabuticaba pode ser considerada um produto de alta acidez em função da existência de ácidos orgânicos presentes na casca *in natura*, os quais concentraram-se com o processo de secagem. Além disso, a acidez presente na farinha pode ser um indicativo de estágio de

maturação do fruto no momento da colheita, haja vista que a acidez surge com a presença dos ácidos orgânicos que são utilizados como substratos no processo de respiração e decresce com o avanço da maturação do fruto (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Assim, o estágio de maturação do fruto no momento da colheita influenciará na qualidade final do produto, dando origem a uma farinha com menor ou maior nível de acidez.

O percentual de sólidos solúveis (tabela 1) foi de 2,47% sendo inferior ao relatado por Lamounier et al. (2015) que foi de 4,0%. Estes autores afirmam que o valor de sólidos solúveis totais encontrados na farinha da casca de jabuticaba pode ser considerado baixo, o que de acordo com tais autores, colabora com a ingestão deste produto, já que é cada vez maior o público consumidor que demonstra restrição ao consumo de açúcar. De forma análoga à acidez, o conteúdo de sólidos solúveis pode ser um indicativo do índice de maturação do fruto, já que a presença de açúcares normalmente relaciona-se com a degradação dos ácidos orgânicos. Desta forma, quanto maior for a acidez do fruto, menor será o conteúdo de açúcares, logo o teor de sólido solúveis demonstrar-se-á ser menor.

A farinha apresentou conteúdo de açúcares redutores superior ao de açúcares não redutores (tabela 1). Garcia (2014) ao estudar a casca de jabuticaba passa seca por desidratação osmótica seguida da secagem convectiva em diferentes temperaturas (60, 70 e 80° C) e armazenadas durante 12 meses, constatou também teores de açúcares redutores superiores ao de açúcares não redutores, comportamento que segundo o próprio autor, provavelmente ocorreu em função da dissolução da sacarose em água, para posterior desidratação osmótica. Neste sentido, a secagem da casca de jabuticaba na temperatura de 60°C em estufa de circulação de ar forçado para a elaboração da farinha pode ter colaborado para o aumento no percentual de açúcares redutores, pois como descrito por Bobbio & Bobbio (2003) *apud* Garcia (2014), a sacarose é considerada um dissacarídeo não redutor, facilmente hidrolisado quando presente em solução aquosa, meio ácido e aquecido, resultando após este processo em monossacarídeos redutores D-glucose e D-frutose.

O teor de amido registrado nesta pesquisa foi de 2,35%, que pode ser reflexo do estágio de maturação em que se encontravam os frutos no momento da colheita, já que este polissacarídeo também é convertido em açúcares simples com o avanço da maturação do fruto.

A quantidade de antocianinas e compostos fenólicos foram respectivamente de 349,63 e 3.277,02 mg 100g⁻¹ MS. Estes resultados são inferiores aos relatados por Alves (2011) que encontrou para casca de jabuticaba seca a 60°C valores oscilando de 588 mg 100g⁻¹ MS para antocianinas totais e 8190 mg 100g⁻¹ MS para compostos fenólicos totais. Com estes valores, constata-se que a farinha da casca de jabuticaba apresenta alta quantidade de antocianinas e compostos fenólicos, embora existam consideráveis perdas na sua confecção proporcionadas pela ação da temperatura (LI et al., 2011), que leva a conversão de compostos fenólicos insolúveis em solúveis com precedente ação do calor (LEE et al., 2003). Partindo deste pressuposto, a farinha da casca de jabuticaba torna-se um potencial aditivo na formulação de produtos alimentícios, como pode ser verificado em alguns trabalhos disponíveis na literatura (ALVES, 2011; FERREIRA et al., 2012; MARQUETTI, 2014; ZAGO, 2014; LAMOUNIER et al., 2015; SOUZA, 2016).

De acordo com Marquetti (2014), existem diversos compostos fenólicos naturalmente distribuído nos vegetais, como aqueles derivados de ácidos benzóicos e dos ácidos cinâmicos, cumarinas, flavonoides (flavonas, flavanonas, isoflavonas, flavanóis e antocianinas) e derivados de polimerização como taninos e ligninas. Segundo Prado (2008), os compostos fenólicos são representados por mais de cinco mil compostos, sendo os mais comuns a classe dos flavonóis, flavonas e seus glicosídeos.

Os compostos antioxidantes retirados de frutas, vegetais e especiarias estão sendo bastante utilizados no prolongamento da vida útil de alimentos prevenindo a peroxidação lipídica e desta forma minimizam os danos causados pela oxidação. Além do mais, a indústria de processamento de alimentos gera grande volume de subprodutos com quantidades significativas de compostos fenólicos, os quais podem servir como fonte de antioxidantes naturais. Neste sentido, vários estudos têm sido desenvolvidos com intuito de identificar e quantificar compostos fenólicos que apresentem potencial atividade antioxidante (PRADO, 2008).

Diversos estudos têm reportado a menor incidência de certos tipos de câncer, doenças cardiovasculares, inflamatórias, diabetes e aterosclerose com o consumo de frutas e vegetais. Tais patologias estão diretamente relacionadas com a presença de radicais livres, os quais são formados pela oxidação nos sistemas biológicos envolvendo a geração e reação em cadeia destes elementos (MARQUETTI, 2014). Assim, o consumo de alimentos ricos em compostos

que apresentam atividade antioxidante como é o caso da farinha, poderá reduzir os índices de doenças ligadas à presença de radicais livres, os quais são potencialmente prejudiciais ao equilíbrio do meio celular.

CONCLUSÃO

A casca de jaboticaba apresenta elevado nível de umidade, sendo necessário a utilização de métodos de secagem como forma de aumentar seu período de conservação. Em função de suas características químicas, a farinha de jaboticaba apresenta elevado potencial para utilização na indústria alimentícia, principalmente pela grande quantidade de compostos fenólicos e antocianinas presentes no resíduo após secagem, possibilitando seu emprego na formulação de novos produtos com alto valor nutricional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. P. DE C. **Casca de Jaboticaba (*Plinia jaboticaba* (vell.) berg): processo de secagem e uso como aditivo em iogurte**. 91p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica)- Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG. 2011.

AOAC. Official methods of analysis. **Association of official analytical chemists**. 15th ed. Washington, 1990.

ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. 2006. Caracterização da farinha do bagaço da jaboticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, p. 867-905.

BERTOLDI, M. C. **Atividade antioxidante in vitro da fração fenólica, das oleorresinas e do óleo essencial de pimenta rosa (*Schinus terebinthifolius* Raddi)**. 2006, 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Viçosa-UFV, Viçosa, MG, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC no 263, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília 23 set. 2005.

BRUNINI, M. A. et al. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de

jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) cv 'SABARÁ'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.3, p. 378-383, 2004.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela. 238p. 2003.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA. 783 p. 2005.

FARIAS, D. DE P.; PORCINO, G. O.; OLIVEIRA, M. R. T. DE (2016). **Cinética de secagem e elaboração de farinha da casca de jaboticaba** (*Myrciaria jaboticaba* Berg). II Encontro Nacional da Agroindústria: Desafios da Agroindústria no Brasil (pp.1053- 1056). Bananeiras: Instituto Bioeducação.

FERREIRA, A. E.; FERREIRA, B. S.; LAGES, M. M. B.; RODRIGUES, V. A. F.; THÉ, P. M. P.; PINTO, N. A. V. D. produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jaboticaba em biscoitos tipo cookie. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 4, p. 603-607, 2012.

GARCIA, L G.C. **Aplicabilidade Tecnológica da Jaboticaba**.220f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Escola de Agronomia-Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO. 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz; métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4.ed, 1.ed. digital. I.A.L., São Paulo. 1020 p. 2008.

LAMOUNIER, M. L.; ANDRADE, F. C.; MENDONÇA, C. D.; MAGALHÃES M. L. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca da jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 70, n. 2, p. 93-104, 2015.

LEE, K. W.; LEE, H. J.; SURH, Y. J.; LEE, C. Y. Vitamin C and cancer chemoprevention: reappraisal. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 78, p. 1074-1078, 2003.

LI, J.; WALKER, C. E.; FAUBION, J. M. Acidulant and oven type affect total anthocyanin content of blue corn cookies. **Journal of Science and Food Agricultural**, v. 91, p. 38-43, 2011.

LIMA, A.J.B.; CORRÊA, A.D.; ALVES, A.P.C.; ABREU, C.M.P.; DANTAS-BARROS, A.M. Ca- racterização química do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas

frações. **Archivos Latino americanos de Nutrición**, Caracas, v.58, n.4, p.416-421, 2008.

MARQUETTI, C. **Desenvolvimento e obtenção de farinha de casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) para adição em biscoito tipo *cookie***. 2014. 116f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Tecnologia de Alimentos)- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina-PR. 2014.

NASCIMENTO, E. A; MORAIS, S. A. L. PILÓ-VELOSO, D.; CHANG, R.; REIS, D. C. **Atividade Antioxidante de Própolis verde, marrom e avermelhada de regiões que contém alecrim-do-campo (*Baccharis dracunculifolia*)** 2007. Disponível em: <http://www.apacame.org.br/mensagemdoce/92/artigo2.htm>. Acesso em Julho de 2017.

NATIVIDADE, M. M. P. **Desenvolvimento, Caracterização e Aplicação Tecnológica de Farinhas Elaboradas com Resíduos da Produção de Suco de Uva**. 203f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal da Lavras- Lavras, 2010.

PRADO, Ana Cristina. P. do. **Avaliação da atividade antioxidante da casca e torta de noz-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch]**. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SOUZA, D. G. **Caracterização da farinha da casca de jabuticaba e uso em bebidas lácteas saborizada com mamão**. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Instituto Federal Goiano, Rio Verde-GO. 2016.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The Phenolic Constituents of *Prunus Domestica*. The Quantitative analysis of Phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture.**, v. 10. p. 63-68, 1959.

TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, p. 297-304, 2008.

ZAGO, M. F. C. **Aproveitamento de resíduo agroindustrial de jabuticaba no desenvolvimento de formulação de cookie para a alimentação escolar**. 2014. 129f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2014.