



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS**

**BIODISPONIBILIDADE E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE UMA BEBIDA
FUNCIONAL DESENVOLVIDA A PARTIR DO PÓ DA CASCA DE JABUTICABA
(*Myrciaria cauliflora*) DESIDRATADA**

WANDA IZABEL MONTEIRO DE LIMA MARSIGLIA

**CAMPINA GRANDE – PB
2019**

WANDA IZABEL MONTEIRO DE LIMA MARSIGLIA

**BIODISPONIBILIDADE E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE UMA BEBIDA
FUNCIONAL DESENVOLVIDA A PARTIR DO PÓ DA CASCA DE JABUTICABA
(*Myrciaria cauliflora*) DESIDRATADA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito necessário para obtenção do título de Doutora em Engenharia de Processos.

Orientadora: Profa. Dra. Líbia de Sousa Conrado Oliveira

**CAMPINA GRANDE – PB
2019**

M372b

Marsiglia, Wanda Izabel Monteiro de Lima.

Biodisponibilidade e potencial antioxidante de uma bebida funcional desenvolvida a partir do pó da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) desidratada / Wanda Izabel Monteiro de Lima Marsiglia. – Campina Grande, 2019.

126 f. : il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2019.

"Orientação: Profa. Dra. Líbia de Sousa Conrado Oliveira".

Referências.

1. Jabuticaba – Cultura. 2. Pó da Casca de Jabuticaba – Extração e Infusão. 3. Compostos Bioativos. I. Oliveira, Líbia de Sousa Conrado. II. Título.

CDU 634.42(043)

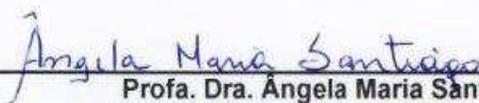
**BIODISPONIBILIDADE E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE UMA BEBIDA
FUNCIONAL DESENVOLVIDA A PARTIR DO PÓ DA CASCA DE JABUTICABA
(*Myrciaria cauliflora*) DESIDRATADA**

Tese aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA



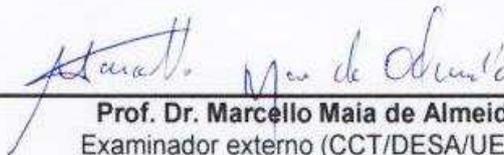
Profa. Dra. Libia de Sousa Conrado Oliveira
Orientadora (UAEQ/ CCT/UFCG)



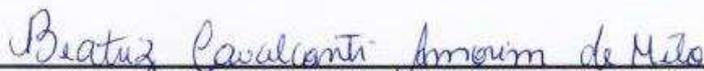
Profa. Dra. Angela Maria Santiago
Examinadora externa (CCT/DQ/UEPB)



Profa. Dra. Rebeca de Almeida Silva
Examinadora externa (UNINASSAU/CG)



Prof. Dr. Marcelo Maia de Almeida
Examinador externo (CCT/DESA/UEPB)



Prof. Dra. Beatriz Cavalcanti Amorim de Melo
Examinadora externa (IF Sertão – PE / Campus Petrolina)

“Tudo tem seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu. Há tempo para plantar, e tempo de colher o que se plantou”. Ecle. 3:1-2.

*As minhas filhas Maythê, Marilya e a minha
netinha Liz, heranças benditas do Senhor.
Amores da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, autor e consumidor da minha fé, rocha onde firmei meus pés para continuar minha caminhada.

Aos meus pais, José Aristides de Lima (*in memoriam*) e Judith Monteiro de Lima, meus exemplos, meus incentivadores, meus intercessores junto ao Pai Celestial. Sou fruto da dedicação, carinho e amor de vocês.

A minhas filhas Maythê e Marilya e a minha netinha Liz heranças que o Senhor me deu para cuidar e ensinar pelo exemplo. Vocês são a motivação diária para enfrentar os imensos desafios impostos pela vida. Mas prefiro deixar para vocês o exemplo de construção e merecimento e não de desistência em meio às dificuldades.

Aos meus irmãos, Wilson, Wilma, William, Wania, Wedson e Worthon, aos meus amados sobrinhos e as minhas cunhadas, base da minha vida que me fortaleceu para conquistar e vencer os obstáculos.

A minha orientadora prof^a. Dr^a. Líbia Sousa Conrado de Oliveira, pelos ensinamentos, conhecimentos, apoio e dedicação. Pela sua solidariedade e compreensão nos momentos difíceis que enfrentei. Todo respeito e admiração por você, ser humano extraordinário. Grata pelo laço de amizade que construímos e consolidamos, e a parceria acadêmica que faremos daqui pra frente entre nossas universidades.

A minha coorientadora prof^a. Dr^a. Ângela Maria Santiago, pela incansável e inesgotável orientação. Amiga que a vida me presenteou, onde compartilhamos ensinamentos, conhecimentos, trabalhos, adversidades e alegrias, mas, sempre juntas. Gratidão pela ajuda incondicional. A força advinda de Deus, suas palavras de ânimo, incentivo, motivação e extraordinária capacidade científica me fizeram chegar até aqui.

Valmara Silva Araújo, minha querida aluna de Iniciação Científica pelo compromisso, dedicação e trabalho árduo de pesquisa, que me auxiliou no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao prof. Dr. Marcello Maia, pelo ombro amigo, pelas palavras de ânimo e força diária. Por compartilhar seus conhecimentos juntamente com professor Dr. Flávio Honorato com muita presteza e atenção.

A todos os professores, funcionários, técnicos e meus queridos amigos do curso de Pós-Graduação em Engenharia de Processos. Obrigado pelo laço de amizade, respeito, parceria e pelas horas agradáveis de convivência. Estarão para sempre no meu coração.

A Maria José Rodrigues, pela disponibilidade em acompanhar e auxiliar nas análises realizadas na UFPB.

Aos meus queridos ex-alunos Cecília Muniz e Raphael Almeida pelo auxílio nas análises estatísticas.

A chefia do Departamento de Química pela concessão dos Laboratórios do Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos (NUPEA) e de Química Analítica Aplicada, ambos pertencentes ao Departamento de Química do Centro de Ciência e Tecnologia da UEPB (DQ/CCT/UEPB) onde foram realizadas as etapas experimentais.

Aos técnicos dos laboratórios do Departamento de Química, presentes em todas as horas os quais proporcionaram e facilitaram as realizações das análises químicas, físico-químicas e instrumentais da minha pesquisa. Obrigada pela presteza.

A Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), representada pelo Magnífico Reitor Antonio Guedes Rangel Junior e a Pró-Reitora de Administração prof^a Dr^a. Célia Regina Diniz pelo apoio e suporte financeiro na aquisição dos reagentes químicos para conclusão dos experimentos.

Aos professores da banca examinadora por aceitarem o convite e pelas valiosas contribuições ao trabalho.

Ao Marlon Andrade, querido amigo que Deus me deu. Sempre disponível a qualquer hora, me auxiliando desde as demandas mais difíceis até as mais simples, ele estava ali, nunca negou e nem faltou sua ajuda. Grata pelas palavras de coragem e incentivo.

A minha secretária do lar, Maria Jardilina de Lira pela inestimável ajuda nos trabalhos domésticos, seu amor com minha filha Maythê, cuidado e carinho com a minha mãe nestes momentos difíceis. Minha eterna gratidão.

A todos que contribuíram de forma indireta e incentivaram para conclusão deste trabalho.

BIODISPONIBILIDADE E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE UMA BEBIDA
FUNCIONAL DESENVOLVIDA A PARTIR DO PÓ DA CASCA DE JABUTICABA
(*Myrciaria cauliflora*) DESIDRATADA

RESUMO

O Brasil possui extensa área territorial com diferentes biomas e uma biodiversidade privilegiada. Estes distintos biomas, produzem uma vasta variedade de espécies frutíferas peculiares e nativas do território brasileiro. Dentre estas frutas, encontra-se a jabuticaba, originária do centro-sul do Brasil, sendo que das espécies conhecidas, destacam-se a *Myrciaria cauliflora* (DC) Berg e a *Myrciaria jabuticaba* (Vell) Berg. Vários estudos vêm demonstrando as potencialidades nutricionais encontradas nas cascas de Jabuticaba, sendo atribuídas principalmente aos elevados níveis de substâncias bioativas com poder antioxidante que são benéficos à saúde. Portanto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a biodisponibilidade e o potencial antioxidante de uma bebida funcional desenvolvida a partir do pó da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) desidratada. As cascas de jabuticaba *in natura* foram analisadas quanto aos parâmetros físico-químicos: teor de água, sólidos solúveis totais, acidez titulável total, pH, cinzas, açúcares redutores, açúcares totais, atividade de água, cor, atividade antioxidante e compostos bioativos. As cascas foram desidratadas em secador convectivo nas temperaturas de 45, 50 e 55 °C, trituradas, armazenadas em temperatura ambiente ao abrigo da luz. Os pós foram submetidos às análises, físicas, físico-químicas e compostos bioativos. O pó obtido na temperatura de 45 °C foi o que mais preservou os compostos fenólicos, este foi armazenado por um período de 180 dias. Foi realizado um planejamento experimental fatorial para avaliar a influência das variáveis de entrada (massa, tempo e temperatura) sobre a variável resposta: compostos fenólicos totais, objetivando identificar a melhor condição de extração destes compostos na infusão. No período de armazenamento verificou-se aumento nos parâmetros físicos e físico-químicos, para as coordenadas de cor L* 15,20%, a* 51,40% e b* 27,20%, atividade de água 30,20%, o pH 9,30%, teor de água de 25,0%, acidez de 8,07%, açúcares redutores 16,60% e açúcares totais de 17,20%. Nos compostos bioativos e atividade antioxidante observou-se decréscimo nos teores de compostos fenólicos totais 24,74%, antocianinas totais 37,17%, flavonoides totais 34,74%, taninos totais 29,3%, atividade antioxidante DPPH 14,30% e ABTS 32,50%. Não foi detectada presença de microrganismos durante o armazenamento. A melhor condição do planejamento realizado foi fixando a massa em dois gramas, no menor tempo de três minutos e na maior temperatura de 100 °C, na qual ocorreu a maior extração e biodisponibilidade dos compostos fenólicos totais, obtendo-se 47,16 mg. L⁻¹. Este estudo demonstrou que a infusão do pó da casca de jabuticaba em uma xícara (150 mL) contém treze substâncias fenólicas destacando-se o ácido gálico, flavonoides e suas subclasses, em especial, hesperidin, antocianinas, catequinas, caempferol, rutina e cis-resveratrol, potentes antioxidantes que têm ação preventiva e / ou terapêutica contra doenças crônicas e degenerativas, apresentando-se como uma nova bebida funcional com atividades antioxidantes elevadas e propriedades nutracêuticas benéficas à saúde.

Palavras chave: extração, infusão, compostos bioativos.

BIOAVAILABILITY AND ANTIOXIDANT POTENTIAL OF A FUNCTIONAL BEVERAGE DEVELOPED FROM THE SKIN POWDER OF DEHYDRATED JABUTICABA (*Myrciaria cauliflora*)

Brazil has an extensive territorial area with different biomes and a privileged biodiversity. These distinct biomes produce a wide variety of peculiar and native fruit species from the Brazilian territory. Among these fruits there is the jabuticaba, originating from south-central Brazil, and of the known species, *Myrciaria cauliflora* (DC) Berg and *Myrciaria jabuticaba* (Vell) Berg stand out. Several studies have demonstrated the nutritional potentials found in Jabuticaba skin, being attributed mainly to the high levels of bioactive substances with antioxidant power that are beneficial to health. Therefore, the objective of this research was to evaluate the bioavailability and antioxidant potential of a functional beverage developed from skin powder of dehydrated jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). *In natura* jabuticaba peels were analysed for physicochemical parameters: water content, total soluble solids, total titratable acidity, pH, ashes, reducing sugars, total sugars, water activity, color, antioxidant activity and bioactive compounds. The peels were dehydrated in a convective dryer at 45, 50 and 55 °C, milling, stored at room temperature protected from light. The powders were submitted to analysis, physical, physicochemical and bioactive compounds. The powder obtained at the temperature of 45 °C was the one that preserved the most the phenolic compounds, and it was stored for a period of 180 days. An experimental factorial design was performed to evaluate the influence of the input variables (mass, time and temperature) on the response variable: total phenolic compounds, aiming to identify the best extraction condition of these compounds in the infusion. During the storage period there was an increase in the physical and physicochemical parameters, for the color coordinates L * 15,20%, a * 51,40% and b * 27,20%, water activity 30,20%, pH 9,30%, water content 25,0%, acidity 8,07%, reducing sugars 16,60% and total sugars 17,20%. Bioactive compounds and antioxidant activity decreased in total phenolic compounds 24,74%, total anthocyanins 37,17%, total flavonoids 34,74%, total tannins 29,3%, antioxidant activity DPPH 14,30% and ABTS 32,50%. No microorganisms were detected during storage. The best planning condition was to fix the mass in two grams, in the shortest time of three minutes and at the highest temperature of 100 °C, in which the highest extraction and bioavailability of the total phenolic compounds occurred, obtaining 47,16 mg. L⁻¹. This study showed that the infusion of jabuticaba skin powder in one cup (150 mL) contains thirteen phenolic substances highlighting gallic acid, flavonoids and their subclasses, in particular, hesperidin, anthocyanins, catechins, kaempferol, rutin and cis-resveratrol, potent antioxidants that have preventive and / or therapeutic action against chronic and degenerative diseases presenting itself as a new functional beverage with high antioxidant activities and beneficial to health nutraceutical properties.

Keywords: extraction, infusion, bioactive compounds.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS.....	15
1.1.1 Geral.....	15
1.1.2 Específicos.....	15
2 REVISÃO BIBIOGRÁFICA	17
2.1 O FRUTO DA JABUTICABA.....	17
2.2 CONSTITUINTES DA JABUTICABA (<i>Myrciaria cauliflora</i>).....	18
2.3 RESÍDUOS DE JABUTICABA(CASCAS).....	20
2.4 COMPOSTOS BIOATIVOS.....	22
2.4.1 Compostos fenólicos.....	22
2.4.2 Flavonóides.....	26
2.4.2.1 Antocianinas	28
2.4.3 Taninos	32
2.5 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	36
2.6 SECAGEM.....	38
2.7 INFUSÃO (Chá).....	39
2.7.1 Biodisponibilidade dos compostos fenólicos na infusão.....	43
2.8 ARMAZENAMENTO.....	45
3 MATERIAL E MÉTODOS	47
3.1 LOCAL DA PESQUISA E OBTENÇÃO DOS FRUTOS.....	47
3.1.1 Obtenção da casca de jabuticaba <i>in natura</i>	48
3.2 CÁLCULO DO RENDIMENTO.....	48
3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DAS CASCAS DE JABUTICABA IN NATURA.....	49
3.3.1 Sólidos solúveis totais-SST (°Brix).....	49
3.3.2 Cor.....	49
3.3.3 Atividade de Água (aw).....	49
3.3.4 pH.....	49
3.3.5 Teor de água.....	50

3.3.6 Cinzas.....	50
3.3.7 Acidez total titulável (ATT).....	51
3.3.8 Açúcares redutores (AR).....	51
3.3.9 Açúcares totais (AT).....	52
3.4 COMPOSTOS BIOATIVOS DAS CASCAS DE JABUTICABA <i>IN NATURA</i> ..	52
3.4.1 Compostos fenólicos totais.....	52
3.4.2 Antocianinas (AT) e flavonoides totais (FLAT).....	53
3.4.3 Obtenção do extrato da casca de jabuticaba.....	54
3.4.4 Taninos totais (TT).....	55
3.4.5 Atividade antioxidante total (AAT).....	55
3.4.5.1 Método do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH)	55
3.4.5.2 Método do radical 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico (ABTS•)	56
3.5 OBTENÇÃO DO PÓ DA CASCA DE JABUTICABA.....	57
3.5.1 Rendimento da casca seca em relação ao fruto inteiro.....	58
3.5.2 Composição centesimal, caracterização física e físico-química do pó da casca da jabuticaba.....	58
3.5.2.1 Teor de água.....	59
3.5.2.2 Cinzas.....	59
3.5.2.3 Proteínas	60
3.5.2.4 Lipídeos	60
3.5.2.5 Carboidratos	61
3.5.3 Análises físicas dos pós da casca de jabuticaba nas temperaturas de 45, 50 e 55 °C.....	61
3.6 COMPOSTOS BIOATIVOS DO PÓ.....	61
3.7 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DO PÓ DA CASCA DE JABUTICABA	62
3.7.1 Higroscopicidade.....	62
3.7.2 Solubilidade.....	62
3.7.3 Massa específica real (pr).....	62
3.7.4 Massa específica aparente (pa).....	63
3.7.5 Granulometria.....	63
3.7.6 Microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	64
3.8 ARMAZENAMENTO DO PÓ DA CASCA DE JABUTICABA.....	64

3.9 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO PÓ DURANTE O ARMAZENAMENTO	64
3.9.1 Obtenção das diluições.....	65
3.9.2 Coliformes a 35 e a 45 °C.....	65
3.9.3 Bolores e Leveduras.....	65
3.9.4 Salmonella sp.....	66
3.10 INFUSÃO DO PÓ (CHÁ).....	66
3.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	67
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CASCA DE JABUTICABA <i>IN</i> <i>NATURA</i>	68
4.2 ANÁLISE DOS COMPOSTOS BIOATIVOS.....	71
4.3 SECAGEM DA CASCA DE JABUTICABA.....	73
4.4 RENDIMENTO.....	75
4.5 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	76
4.6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DOS PÓS DAS CASCAS DE JABUTICABA.....	77
4.7 COMPOSTOS BIOATIVOS DOS PÓS DA CASCA DE JABUTICABA.....	80
4.8 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DO PÓ DAS CASCAS DE JABUTICABA.....	82
4.8.1 Granulometria.....	83
4.8.2 Microscopia Eletrônica por Varredura (MEV).....	84
4.8.3 Parâmetros físico-químicos do pó da casca de jabuticaba durante o período de armazenamento.....	86
4.8.4 Compostos bioativos do pó da casca de jabuticaba durante armazenamento.....	91
4.8.5 Atividade antioxidante do pó da casca de jabuticaba durante o armazenamento.....	94
4.9 MICROBIOLOGIA DO PÓ DA CASCA DE JABUTICABA ARMAZENADO.....	96
4.10 BIODISPONIBILIDADE DOS COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS NA INFUSÃO DO PÓ DA CASCA DA JABUTICABA.....	97
5.0 CONCLUSÃO.....	104
6.0 REFERÊNCIAS.....	105
7.0 APÊNDICE A. - EXTRAÇÃO DE FENÓLICOS NA INFUSÃO.....	126

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui extensa área territorial com diferentes biomas e uma biodiversidade privilegiada. Estes distintos biomas, produzem uma vasta variedade de espécies frutíferas peculiares e nativas do território brasileiro. Dentre essas frutas, encontra-se a jabuticaba, originária do centro-sul do Brasil, sendo que das espécies conhecidas, destacam-se a *Myrciaria cauliflora* (DC) Berg e a *Myrciaria jabuticaba* (Vell) Berg que produzem frutos apropriados para consumo preferencialmente *in natura* (ASQUIERI *et al.*, 2009).

Em virtude das suas características sensoriais bastante apreciadas, a polpa da jabuticaba é utilizada pela indústria alimentícia na fabricação de sucos, geleias, sorvetes, vinagres, bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas. Na fabricação destes produtos e também no consumo *in natura*, normalmente as cascas são descartadas, correspondendo cerca de 30% a 43% do fruto, gerando grandes quantidades de resíduos provocando impacto ambiental devido ao lançamento excessivo destas ao meio ambiente (LIMA *et al.*, 2008).

Vários estudos vêm demonstrando as potencialidades nutricionais encontradas nas cascas de Jabuticaba, sendo atribuídas principalmente aos elevados níveis de substâncias bioativas com poder antioxidante, além de fibras, aminoácidos essenciais, triptofano e lisina, como também, os minerais, ferro, potássio, zinco, magnésio e manganês (RUFINO *et al.*, 2010; LEITE *et al.*, 2011; LIMA *et al.*, 2011; SANTIAGO, 2012; WU, LONG e KENNELLY, 2013). A maioria dessas pesquisas está concentrada na produção de farinhas, extratos e pigmentos naturais para serem aplicados na indústria alimentícia. Baseado nestas pesquisas com cascas de jabuticaba torna-se viável a elaboração de novos produtos, dentre eles, o chá com possíveis propriedades funcionais.

O chá é tradicionalmente usado como uma bebida benéfica à saúde sobre vários aspectos. Pesquisadores têm se dedicado aos estudos dos efeitos do chá sobre o organismo, bem como conhecer melhor as substâncias que promovem esses efeitos. Esse crescente interesse pela bebida deve-se a estudos que mostram a riqueza de uma substância chamada flavonoide e no benefício por ela proporcionado quando do seu consumo (DEETAE *et al.*, 2012; DALAR e KONCZAK, 2013; ANJOS *et al.*, 2017, MORAIS *et al.*, 2017).

Na elaboração de infusão de cascas desidratadas é de extrema importância considerar o binômio tempo e temperatura, visto que os compostos fenólicos podem ser degradados durante o processo de preparação do chá. Para obtenção do pó (infusão), se faz necessário utilizar a técnica de secagem que visa remover a água livre (a_w) de um produto por evaporação ou sublimação, mediante aplicação de calor sob condições controladas, permitindo assim minimizar a deterioração causada pelas reações químicas, microbiológicas, enzimáticas e prolongar a vida útil do material.

Considerando os elevados teores de substâncias bioativas nas cascas de jabuticaba, com vasto estudo de relevância sobre sua composição e suas propriedades e sendo o chá uma das bebidas mais consumidas no mundo, depois da água, e que não há produção de chá da casca de jabuticaba no Brasil, sendo estas demandas atendidas por outros tipos de chás, oriundos de flores, ervas e frutas, é que se faz necessário o desenvolvimento de um novo produto, a infusão, que requer avaliação da extração dos seus constituintes bioativos e da sua capacidade antioxidante.

,

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Geral

Avaliar a biodisponibilidade e potencial antioxidante de uma bebida funcional desenvolvida a partir do pó da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) desidratada.

1.1.2 Específicos

- ✓ Caracterizar a casca da jabuticaba *in natura* quanto aos parâmetros físicos (sólidos solúveis totais, cor, atividade de água), físico-químicos (pH, teor de água, cinzas, acidez titulável total, açúcares redutores e açúcares totais), compostos bioativos (fenólicos totais, flavonóides, antocianinas totais, taninos totais) e atividade antioxidante por DPPH e ABTS;
- ✓
- ✓ Realizar a secagem convectiva da casca de jabuticaba em diferentes temperaturas (45, 50 e 55°C);
- ✓ Obter o pó da casca de jabuticaba e caracterizar quanto aos parâmetros físicos, físico-químicos, compostos bioativos nas três temperaturas;
- ✓ Selecionar o pó a partir dos resultados obtidos com maior teor de compostos fenólicos totais nas respectivas temperaturas de secagem;
- ✓ Determinar as propriedades tecnológicas do pó selecionado, higroscopicidade, solubilidade, massa específica real, massa específica aparente, granulometria e microscopia eletrônica de varredura (MEV);
- ✓ Analisar a estabilidade do pó selecionado, a cada 30 dias de armazenamento, durante um período de 180 dias, por meio de parâmetros físicos, físico-químicos, compostos bioativos e atividade antioxidante;
- ✓ Realizar análise microbiológica no tempo inicial (tempo zero) e no final do armazenamento (180 dias);

- ✓ Avaliar a influência das variáveis de massa, tempo e temperatura no processo de infusão por meio da determinação de compostos fenólicos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O FRUTO DA JABUTICABA

A jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg), pertencente à família *Myrtaceae*, é amplamente encontrada e distribuída em quase todas as regiões brasileiras, sendo os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo os maiores produtores (DONADIO, 2000).

São conhecidas nove espécies, uma está extinta, cinco são encontradas apenas em alguns sítios e somente três apresentam dispersão natural ou em cultivos no Brasil (CITADIN, DANNER & SASSO, 2010). As espécies mais cultivadas são a *M. cauliflora* (DC e Berg), destacando-se as variedades Paulista e Sabará, que são mais saborosas e muito apreciadas (LIMA *et al.*, 2008).

Segundo Seraglio *et al.*, (2018), é um fruto miúdo, de epicarpo fino e muito doce, a polpa é branca, contendo 1- 4 sementes, as folhas têm tipicamente 2-6 cm de comprimento, com veias finamente reticuladas, seu estadio de maturação é identificado quando o fruto redondo, de aproximadamente 2 - 3,5 cm de diâmetro com cor variando do roxo-escuro a preto, se solta facilmente do caule e dos ramos da árvore, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Frutos da Jabuticaba maduros no caule.



Fonte: Wu *et al.*, (2013).

O período de amadurecimento do fruto pode variar de 45 a 65 dias, dependendo da região de cultivo, os quais produzem frutas apropriadas tanto para consumo *in natura* quanto para a indústria (ASQUIERI *et al.*, 2009).

Apresenta alta perecibilidade, com um ciclo de desenvolvimento muito curto entre fevereiro a março, havendo uma grande produção e também desperdício, uma vez que após a colheita a fruta sofre rápidas alterações devido à fermentação da polpa, gerando grandes quantidades de resíduos, cascas e sementes (BRUNINI *et al.*, 2004; SATO e CUNHA, 2009).

Sua comercialização é muito apreciada por suas características sensoriais agradáveis, possui alto teor de água, carboidratos, fibras, sais minerais e vitaminas (OLIVEIRA *et al.*, 2012; WU, *et al.*, 2012). O fruto tem sido usado para produção de doces, geleias, sorvetes, vinagres, sucos e o vinho de jabuticaba que tem apresentado um aumento do consumo por esta bebida no Brasil e no exterior (ALVES *et al.*, 2013). Também é utilizada para alguns fins pela medicina popular, sua casca adstringente, é usada na forma de chá contra diarreia, irritações de pele, antiasmática, contra inflamações intestinais e em casos de hemoptise, que é o sangramento por vias respiratórias (REYNERTSON *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Segundo Lima *et al.*, (2008) o material vegetal da Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) está dividido em três frações, que podem variar de acordo com a espécie, polpa (36 - 49%) semente (18 - 22%) e casca (33 - 43%).

Os resíduos das cascas e sementes podem ser aproveitados no desenvolvimento de novos produtos devido aos seus constituintes nutricionais (GULÇIN *et al.*, 2012; ANDRADE *et al.*, 2014; BALDIN, *et al.*, 2016).

2.2 CONSTITUENTES DA JABUTICABA (*Myrciaria cauliflora*)

Embora cada variedade de jabuticaba tenha uma composição ligeiramente diferente, seus principais componentes considerados macronutrientes são: água, carboidratos, principalmente glicose e frutose, e fibras, enquanto, vitaminas, sais minerais, aminoácidos e os antioxidantes são os micronutrientes (BOSSO *et al.*, 2016). Mesmo que alguns destes nutrientes estejam presentes em baixas concentrações em uma determinada fruta, podem ter um impacto significativo na saúde humana (ALVES *et al.*, 2014a).

Alezandro *et al.*, (2013a) determinaram a composição centesimal e os teores de minerais presentes em duas espécies de jabuticaba, Paulista (*Myrciaria Cauliflora*) e Sabará (*Myrciaria jabuticaba*). Estes autores encontraram fibras solúveis e insolúveis e quantidades expressivas dos seguintes minerais: potássio, magnésio, cálcio, zinco e ferro (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição centesimal e minerais de duas espécies de jabuticaba, Paulista (*Myrciaria Cauliflora*) e Sabará (*Myrciaria jabuticaba*).

	Paulista	Sabará
Composição Centesimal (mg/100 g bs)		
Proteína	1.02 ± 0.01 ^a	0.94 ± 0.02 ^a
Lipídeo	0.55 ± 0.01 ^a	0.40 ± 0.01 ^b
Cinzas	2.30 ± 0.08 ^b	2.90 ± 0.10 ^a
Fibras	17,90 ± 1.0 ^a	19,30 ± 0.9 ^a
Solúveis	1.80 ± 0.15 ^a	2.30 ± 0.20 ^a
Insolúveis	16.10 ± 0.7 ^a	17.00 ± 0.8 ^a
Carboidratos	78.20 ^a	76.50 ^a
Minerais (mg /100g bs)		
Nitrogênio (N)	800	660
Fósforo (P)	110	100
Potássio (K)	1320	1000
Cálcio (Ca)	20	20
Magnésio (Mg)	120	100
Enxofre (S)	80	70
Boro (B)	0,7	0,8
Zinco (Zn)	2,0	2,9
Ferro (Fe)	2,0	2,7
Manganês (Mn)	1,8	2,7
Cobre (Cu)	1,0	1,0
Sódio (Na)	0,76	1,03
Selênio (Se)	<LQ	<LQ

Fonte: ALEZANDRO, *et al.*, 2013a. LQ :limite de quantificação ≤ 0.002 mg/kg.

Os autores Wu, Long e Kennelly (2013) elaboraram uma revisão sobre os benefícios dos frutos de duas espécies de jabuticaba e relacionaram informações sobre a composição nutricional por 100 g de fruta. Os resultados apresentaram níveis significativos de aminoácidos essenciais como lisina e tripofano, teores de ácido ascórbico (vitamina C) de até 238 mg em 100 g de frutas frescas, antocianinas

variando entre 58,1 a 315 mg. 100 g⁻¹ e os compostos fenólicos totais 460,9 mg. 100 g⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2 - Composição nutricional por 100 g dos frutos de duas espécies de jabuticaba, Paulista (*Myrciaria Cauliflora*) e Sabará (*Myrciaria jabuticaba*).

Composição nutricional e calórica	Valores
Calorias	45,7 – 51,7 unidades
Água	87,1 g
Proteínas	0,11 – 0,32 g
Gorduras	< 0,01 g
Carboidratos	12,5 g
Cinzas	0,2 g
Vitamina B1	0,04 mg
Vitamina B2	0,09 mg
Niacina	1,3 mg
Fibra	0,08 mg
Riboflavina	0,02 mg
Tripofano	1,0 mg
Lisina	7,0 mg
Ácido Ascórbico	17,7 – 238 mg
Antocianinas Totais	58,1 – 315 mg
Compostos Fenólicos Totais	460,9 mg
Carotenoides Totais	0,32 mg

Fonte: LORENZI *et al.*, (2000), MORTON (1987), RUFINO *et al.*, (2010), RUFINO *et al.*, (2011).

2.3 RESÍDUOS DE JABUTICABA (CASCAS)

A produção de frutas no Brasil em 2017 foi de aproximadamente 44 milhões de toneladas. Esse volume mantém o país como terceiro maior produtor de frutas do mundo, atrás apenas da China e da Índia, respectivamente (IBGE, 2018).

Todavia, no Brasil se perde anualmente 44% da produção total de frutas e este desperdício está presente em toda cadeia produtiva, desde manejo no campo, na fase da colheita, manuseio, transporte, embalagens impróprias,

acondiçãoamento, os pontos de comercialização até chegar ao consumidor final. Apesar de não ter impacto expressivo nos números gerais, o consumidor também desperdiça muito, o equivalente a cerca de 10% da produção nacional (VIGNABRASIL, 2018).

Várias pesquisas têm demonstrado a importância química e nutricional das frutas, em especial das cascas, por possuírem em sua composição fibras, vitaminas, minerais e compostos fenólicos com propriedades antioxidantes, que podem ser utilizados na elaboração de novos produtos e em estudos *in vivo* na prevenção de doenças crônicas (SOUSA *et al.*, 2011; BORGES *et al.*, 2014; MEIRA *et al.*, 2016; MORZELLE, 2016)

Estudos comprovam que com a casca de jabuticaba não é diferente, esta fração da fruta vem despertando a atenção de pesquisadores que tem encontrado elevados teores de fibras solúveis e insolúveis, sais minerais e de compostos fenólicos, especialmente, antocianinas, flavonoides, elagitaninos e taninos condensados, potentes antioxidantes que desempenham um importante papel no sistema de defesa do organismo inibindo os radicais livres (HAYTOWITZ *et al.*, 2007; CLERICI e CARVALHO-SILVA, 2011; DASTMALCHI *et al.*, 2011; LEITE *et al.*, 2011; ABE, LAJOLO e GENOVESE, 2012; WU, *et al.*, 2013; GURAK *et al.*, 2014; LENQUISTE *et al.*, 2015; BOSSO *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2017).

As pesquisas mostram que a casca de jabuticaba apresenta propriedades anti-mutagênicas e antiproliferativas, capacidade de eliminar radicais livres, capacidade de aumentar o potencial antioxidante do plasma sanguíneo, capacidade de aumentar a lipoproteína de alta densidade Colesterol (HDL), melhora à resistência à insulina e controla o estresse em condições patológicas, indicando que pode ser capaz de auxiliar na prevenção dessas doenças (FLORES *et al.*, 2012; LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012; ALEZANDRO, GRANATO e GENOVESE, 2013b; WU *et al.*, 2013; LENQUESTE *et al.*, 2015; PLAZA *et al.*, 2016).

Lima *et al.*, (2008), caracterizaram o fruto de jabuticaba de duas variedades e suas frações e encontraram nas cascas elevados teores de fibras, 6,80 e 27,03 g.100 g⁻¹ bs, para solúveis e insolúveis respectivamente. Os autores também determinaram os compostos fenólicos totais, sendo detectado o menor valor de 0,49 g. g⁻¹ na polpa e o maior de 11,99 g. g⁻¹ na casca.

Pereira *et al.*, (2017) analisaram os polifenóis presentes nas frações dos frutos de jaboticabas (*Myrciaria cauliflora*) em diferentes estágios de maturação e encontraram quantidades de compostos fenólicos que foram influenciados principalmente pela fração da fruta (casca, polpa e sementes) e não pelo grau de maturação. Dentre os fenólicos, a maior quantidade de antocianinas foi encontrada nas cascas.

2.4 COMPOSTOS BIOATIVOS

Os compostos bioativos são substâncias presentes no metabolismo secundário das plantas que ocorrem por meio de um conjunto de reações orgânicas complexas com a finalidade de protegê-las contra condições adversas. Os vegetais são ricas fontes desses constituintes ativos os quais conferem propriedades antioxidantes para garantir o crescimento e reprodução da planta (MARZOCO e TORRES, 2007).

Estes compostos bioativos despertam grande interesse, não só pelas atividades biológicas exercidas pelas plantas em resposta aos estímulos do meio ambiente, mas também pela imensa atividade farmacológica que possuem. Os estudos científicos mostram a importância destes compostos em várias áreas, biológica, alimentar, agrônômica e também no desenvolvimento de cosméticos (ANDRADE *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2017).

A diversidade estrutural dos compostos bioativos deve-se à grande variedade de combinações que acontece na natureza. Estas combinações fenólicas podem ser agrupadas em várias classes, dentre elas destacam-se os compostos fenólicos, flavonoides, antocianinas e os taninos (ANGELO e JORGE, 2007).

2.4.1 Compostos fenólicos

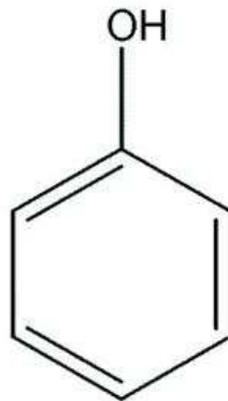
São metabólitos secundários que ocorrem naturalmente e são sintetizados pelas plantas durante o desenvolvimento normal, estão relacionados, principalmente, com a sua proteção, conferindo-a maior resistência a micro-organismos e pragas (ACHKAR *et al.*, 2013). Exercem importante papel no crescimento e reprodução, defesa contra herbívoros, pigmentação, contra atrativos

de polinizadores ou dispersores de frutos, além de se formarem em condições de estresse como: radiações UV, fermentos e infecções (ANGELO e JORGE, 2007)

As substâncias fenólicas não podem ser sintetizadas por animais e humanos, sendo consumidas por meio de dieta alimentar ricas em nozes, castanhas, legumes, folhas, sementes, cascas de frutas, em vegetais verdes escuros e em bebidas como chás, café e vinho (MARTINS, LOPES e ANDRADE *et al.*, 2014; PLAZA *et al.*, 2016).

Quimicamente, os compostos fenólicos são definidos como substâncias que possuem pelo menos um anel aromático no qual ao menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila (Figura 2).

Figura 2 - Estrutura química de um fenol simples.



Fonte: MARTINS, LOPES, ANDRADE (2013).

Os fitoquímicos possuem diferenças estruturais e funcionais podendo ser divididos em três classes de compostos fenólicos: os flavonoides, subdivididos em flavonas, flavonóis, flavanonas, isoflavonas, os não flavonoides, que compreendem os grupos dos ácidos fenólicos e compostos altamente polimerizados como os taninos (BORGES *et al.*, 2014; LENQUESTI *et al.*, 2015).

Estão distribuídos em quantidades diferentes em cada planta, apresentando distinção de variedades em uma mesma espécie. As classes e categorias de polifenóis diferem em vários aspectos, estágio de desenvolvimento da planta, grau de maturação, radiação solar, pluviosidade, estação do ano, manejo do solo, processamento e armazenamento da matéria-prima. Estes fatores podem influenciar o metabolismo e a produção desses compostos, bem como, a

concentração final no vegetal (ROCKENBACH *et al.*, 2008; SOUSA, *et al.*, 2011; CORTEZ *et al.*, 2017).

Nos alimentos, estes compostos podem influenciar no valor nutricional e especialmente na qualidade sensorial, conferindo atributos como cor, textura, amargor e adstringência (ROCHA *et al.*, 2011). Estes atributos são devidos aos fenólicos, principalmente, aos flavonóides, antocianinas e os taninos, que são encontrados especialmente nas cascas das frutas.

Os radicais livres (RL) são espécies químicas constituídas de átomo ou associação de átomos que possuem um elétron livre que pode se ligar a outro elétron de outro átomo, conferindo a alta reatividade desses elementos, provocando a reação de oxidação. Eles são produzidos pelos próprios processos biológicos dos organismos, ou por fatores exógenos, como o tabagismo, poluição do ar, radiação, pesticidas, entre outros (ACHKAR *et al.*, 2013). Essa configuração faz dos radicais livres, moléculas altamente instáveis, com meia-vida curtíssima e quimicamente muito reativas, esta instabilidade é crítica para a manutenção de muitas funções fisiológicas normais (COTINGUIBA *et al.*, 2013).

Estudos comprovam que a utilização de compostos bioativos naturais, especialmente encontrados nas frutas tropicais de cor vermelha, como acerolas, morangos, amoras, açaí, uvas e jabuticabas possuem elevados níveis de nutrientes com atividade antioxidante (RUFINO *et al.*, 2010; LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012; COSTA *et al.*, 2013; MARTINS *et al.*, 2014).

Lenquiste *et al.*, (2015), avaliaram extratos aquosos e alcoólicos da casca de Jabuticaba e encontraram 1581,61 mg GAE.g⁻¹ de compostos fenólicos no extrato aquoso. Os autores Martins *et al.*, (2014) constataram que a casca de jabuticaba fermentada produz efeitos benéficos ao coração, o permeado vermelho mostrou-se como uma bebida com potencial antioxidante e vasodilatadora similar ao vinho.

Andrade *et al.*, (2015), analisaram os efeitos vasodilatadores e hipotensivos do extrato da casca de Jabuticaba em ratos e concluíram que o extrato obtido da jabuticaba apresentou resultados satisfatórios, baixando a pressão arterial, como também promovendo o relaxamento isolado das artérias dos ratos, revelando que a casca contém compostos fenólicos que podem interferir nas funções cardiovasculares. .

Batista *et al.*, (2014) avaliaram o poder da casca de jabuticaba no combate ao estresse oxidativo nos tecidos e na redução da obesidade em ratos com dieta

hiperlipídica. Os autores verificaram que as dietas com o extrato de jabuticaba preveniram a peroxidação lipídica no fígado e aumentaram as defesas antioxidantes e afirmaram que os polifenóis presentes na casca poderiam ser uma alternativa para diminuir o estresse oxidativos em dietas hiperlipídicas.

Alezandro *et al.*, (2013a), fizeram um estudo comparativo entre duas espécies de jabuticaba, Sabará e Paulista, e obtiveram valores de 6.500 mg GAE.100 g⁻¹bs e 4800 mg GAE.100 .g⁻¹bs de fenólicos totais respectivamente.

Leite-Legatti *et al.*, (2012) avaliaram os níveis de fenólicos da casca de jabuticaba e a relação com atividades antiproliferativa e antimutagênciã. Os resultados indicaram que os conteúdos de 556,30 g GAE. Kg⁻¹ de fenólicos demonstraram efeitos antiproliferativos contra leucemia.

Dessimoni-Pinto *et al.*, (2011) elaboraram geleia a partir da casca da jabuticaba utilizando diferentes formulações e determinaram valores de polifenóis na casca e geleia. Estes autores encontraram 1006,44 mg GAE. 100 g⁻¹ na casca e 216,44 mg GAE.100 g⁻¹ na geleia, constatando a riqueza de compostos fenólicos.

Vietes *et al.*, (2011) realizaram caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jabuticaba armazenada sob diferentes temperaturas de refrigeração (0; 3; 6; 9 e 12 °C) e observaram que houve um decaimento de 21% dos compostos fenólicos ao final de 30 dias, sendo atribuído as alterações enzimáticas e químicas ocorridas durante armazenamento.

SILVA *et al.*, (2014) quantificaram os níveis de compostos fenólicos em doze polpas e subprodutos de frutas tropicais brasileiras e os maiores conteúdos destes constituintes foram encontrados nos subprodutos da acerola e na cereja.

Sousa *et al.*, (2011) analisaram vários resíduos de frutas tropicais da agroindústria e obtiveram as maiores concentrações de compostos fenólicos nos resíduos de acerola com 243,62 mg GAE.100 .g⁻¹.

Machado *et al.*, (2013), analisaram a influência da temperatura e tempo de aquecimento, mudança de pH e ciclo gelo/degelo sobre os teores de polifenóis em seis frutas (amora preta, ameixa, nectarina, kiwi, manga e morango) e 3 hortaliças (repolho roxo, alface roxa e berinjela). Das amostras analisadas, a nectarina apresentou menor teor de compostos fenólicos (28,78 mg.100.g⁻¹) enquanto o morango e alface roxa tiveram valores superiores a 100,0 mg.100.g⁻¹ nas condições estudadas com variação de temperatura, pH, gelo e degelo.

2.4.2 Flavonóides

Os flavonoides representam a maior classe de compostos fenólicos presentes em frutas, hortaliças e grãos e compreende uma classe muito importante de pigmentos naturais encontrados com grande frequência na natureza. Têm funções importantes no crescimento, desenvolvimento e na defesa das plantas contra o ataque de agentes patogênicos. Dentre os flavonoides destacam-se as antocianinas e a quercetina que estão presentes na dieta humana, e quando consumidos protegem o organismo dos danos produzidos pelos radicais livres. (DORNAS, 2007, VOLP *et al.*, 2008; ALVES *et al.*, 2014b; BALDIN *et al.*, 2016).

São considerados os principais produtos naturais que fornecem a ligação mais essencial entre a dieta e a prevenção de doenças crônicas. Entre a ampla gama de propriedades bioquímicas e farmacológicas estão suas bioatividades, que demonstram seu potencial em prevenir doenças anti-inflamatórias, neurodegenerativas e até em tratamentos terapêuticos contra alguns tipos de câncer (ANDROUTSOPOULOS *et al.*, 2010).

De acordo com Pereira *et al.*, (2016) existem diferentes classes de flavonoides, antocianinas, flavonóis, flavonas, isoflavonas, flavononas e flavanas que ocorrem em vários gêneros alimentícios que se encontram relacionados no Quadro 1. Estes grupos apresentam várias interações biológicas importantes para saúde humana, como atividade antioxidante, anti-inflamatória e antitumoral, poder de redução à fragilidade e permeabilidade capilares; inibição da destruição do colágeno a agregação plaquetária (VOLP *et al.*, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2012; MARTINS *et al.*, 2014).

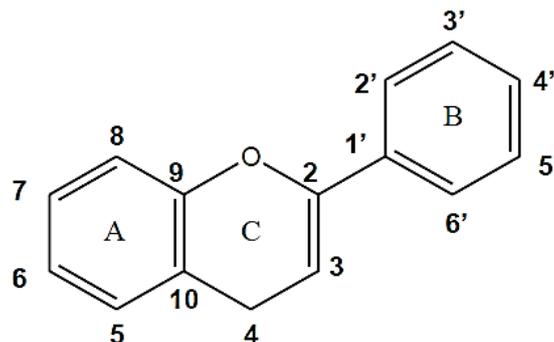
Quadro 1 – Classes dos flavonoides.

Classe	Nome	Fonte
Favonóis	Epicatequina Catequina Epigallocatequina Epicatequina galato Epigallocatequina galato	Chás verde e preto, uvas, vinho tinto
Flavanonas	Naringina Taxofolina	Casca de frutas cítricas Frutas cítricas
Flavonóis	Campeferol Quercetina Mirecetina	Brócolis, chá preto, alho- poró, rabanete, cebola, alface, casca de maçã, cerejas, brócolis, vinho tinto e uvas
Flavonas	Crisina Apigenina	Cascas de frutas, Aipo, salsa
Antocianidinas	Malvidina Cianidina Apigenidina	Uvas roxas, vinho tinto, morangos, uvas, cerejas, frutas e casca de frutas coloridas

Fonte: Prado (2009).

Quimicamente são substâncias aromáticas contendo 15 átomos de carbono (C₁₅) na sua estrutura básica. Esta classe de compostos polifenólicos possui um esqueleto comum caracterizado por dois anéis aromáticos e um heterociclo oxigenado, formando um sistema C₆-C₃-C₆ (Figura 3).

Figura 3 - Estrutura química dos flavonoides.



Fonte: BEHLING *et al.*, (2004).

Os flavonóides são encontrados em vegetais, frutas, cereais, chás e vinho, e podem ser usados como constituintes de suplementos alimentares, pois possuem potencial antioxidante, anti-inflamatório, redução do LDL-colesterol, aumento do teor de insulina, redução de mediadores de expressão associados à aterosclerose, além de potencial anti-hipertensivo, anticâncer, atividade neuroprotetora contra neurotoxinas, e de promoção do aumento da memória, do aprendizado e das funções cognitivas e proteção contra doenças cardiovasculares (FLORES *et al.* 2012; LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012; MARTINS *et al.*, 2014).

Alezandro *et al.*, (2013a) analisaram duas espécies de jabuticaba e verificaram que a espécie Paulista apresentou teores de flavonoides 25% maior que a Sabará. Estes autores também avaliaram o fruto inteiro e afirmaram que as cascas são ricas em flavonoides, a polpa apresentou pequena quantidade e nenhum conteúdo foi encontrado nas sementes.

Silva *et al.*, (2016) avaliando os compostos bioativos presentes na casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) encontrou teores de flavonoides de 3,33 mg. CE. g⁻¹.

Lequesti *et al.*, (2015), analisaram as propriedades antioxidantes dos extratos alcoólico e aquoso da farinha da casca da jabuticaba liofilizada e encontraram 7.22 mg CE. g⁻¹ de flavonoides totais nas amostras estudadas e consideraram o extrato aquoso como uma excelente fonte alternativa de antioxidante.

Silva *et al.*, (2014) também encontraram substâncias bioativas presentes em polpas e sub-produtos (cascas, sobras de polpa e sementes) de frutas tropicais do Brasil e os resultados revelaram que dentre 12 frutas estudadas os maiores níveis de flavonoides foram encontrados nos sub-produtos de acerola e pitanga, com 98,05 mg.100.g⁻¹ em bs e 207,87 mg.100.g⁻¹ em bs respectivamente.

2.4.2.1 Antocianinas

As antocianinas são uma classe dos flavonóides com propriedades antioxidantes, amplamente distribuídos por todo o reino vegetal. De origem grega, a palavra antocianina deriva de *anthos* (flor) e *kyanos* (azul), sendo predominante nas frutas de cor escura, como o mirtilo, jabuticaba, açaí, amora, jambolão, uva, cranberry e romã, e em alguns tecidos de flores onde eles são responsáveis pelas cores vermelho, roxo ou azul (CROZIER *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2015).

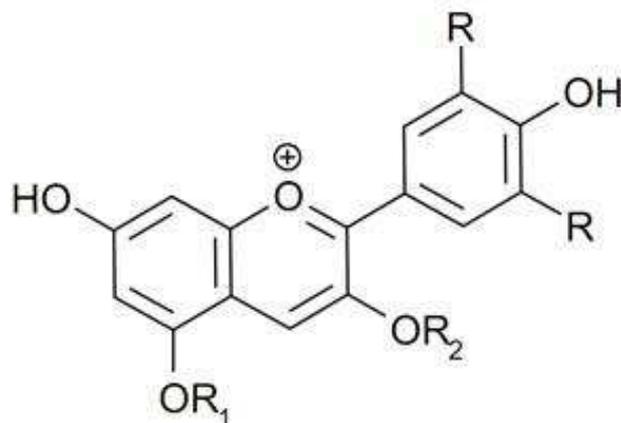
O consumo frequente de antocianinas e de outros flavonóides presente nas frutas, vegetais, chás e vinhos está associado com a provável redução dos riscos de doença cardiovascular, diabetes, inibição viral, atividade antimicrobiana, doenças no fígado, devido a sua propriedade hepatoprotetora, problemas gástricos, problemas relacionados à visão, doenças neurodegenerativas como Alzheimer e Parkinson, inflamações, prevenção do câncer, devido ao seu efeito antimutagênico, e atividade quimiopreventiva (LEITE-LEGATTI *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2012; ALEZANDRO *et al.*, 2013b; SILVA *et al.*, 2014; BORGES *et al.*, 2014).

Estas substâncias são consideradas importantes alimentos funcionais, pois são capazes de reduzir, através da alimentação, o risco de desenvolver várias doenças relacionadas ao estresse oxidativo (NASCIMENTO *et al.*, 2008; WU *et al.*, 2013).

O estresse oxidativo é definido como um desequilíbrio entre a produção de espécies reativas (espécies reativas de oxigênio ou de nitrogênio) e agentes antioxidantes. Este desequilíbrio pode causar sérios danos a biomoléculas e células importantes, tendo ao longo do tempo impacto em todo o organismo (HALLIWELL, 2010).

As antocianinas apresentam como estrutura fundamental o cátion flavílico e pelo menos uma unidade glicosídica, que está, geralmente, ligada na posição 3 do anel C₄ (Figura 4). São classificadas quimicamente como flavonoides devido a sua estrutura carbônica (C₃-C₆-C₃) (REIN, 2005).

Figura 4 - Estrutura química básica de antocianina.



Leite-Legatti *et al.*, (2012) determinaram na casca de jabuticaba liofilizada os conteúdos de antocianinas e antioxidantes, dos antiproliferativos "*in vitro*" e "*in vivo*" e a atividade mutagênica e afirmaram que a jabuticaba é uma das mais ricas fontes brasileiras de antocianinas.

Teixeira *et al.*, (2008) determinaram o teor de antocianinas totais em dez vegetais, frutas, flores e folhosos e verificaram que a casca de jabuticaba apresentou o maior teor de antocianinas $641,01 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ e a casca da romã o menor $12,67 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, e afirmaram que os resíduos da jabuticaba podem ser aproveitados como uma potencial matriz antociânica.

Machado *et al.*, (2013), analisando e comparando os cromatogramas e espectros de UV/Visível da casca de jabuticaba liofilizada detectaram a presença das antocianinas delfinidina-3-glicosídeo e cianidina-3-glicosídeo, com as respectivas concentrações médias $473,52$ e $2420,39 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ bu.

Martins *et al.*, (2014) analisaram o potencial antioxidante e efeitos vasodilatadores de bebidas fermentadas a partir da casca de jabuticaba e encontraram vários grupos de fenólicos e confirmaram o poder antioxidante em todas as bebidas e foram atribuídos as subclasses dos flavonoides, principalmente antocianinas. Os autores relataram que essas bebidas podem ser consideradas como bebidas funcionais que podem ser importantes para a proteção cardiovascular. Para Borges *et al.*, (2014) o consumo de casca de jabuticaba liofilizada aumentou em $41,7\%$ colesterol - HDL em ratos quando comparado com o grupo de controle e foi reduzido a resistência à insulina em ratos obesos (a hiperinsulinemia foi menor em animais que receberam casca de jabuticaba liofilizada).

LIMA *et al.*, (2011b) quantificaram os fitoquímicos presentes nas cascas de jabuticaba das variedades Paulista e Sabará, encontraram teores de antocianinas de $383 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ e $362 \text{ mg} \cdot 100 \cdot \text{g}^{-1}$ respectivamente

Vedana *et al.*, (2008) determinaram e compararam a capacidade antioxidante de extratos a partir de uva cultivar Isabel e de dois produtos dessa fruta, o suco e a geleia e concluíram que a elevação de temperatura provocou a diminuição na quantidade de antocianinas totais nos extratos e nos produtos elaborados a partir da uva, apresentando $34,82$, $12,98$, $4,9$, $2,84$ $10,05 \text{ mg}$ de anto totais. g^{-1} de uva, para extrato aquoso a frio, hidroalcolico a quente, geleia e suco, respectivamente.

Silva *et al.*, (2016) avaliou o poder antioxidante de antocianinas do extrato da casca de jabuticaba na composição de bebidas isotônicas e revelou que este extrato

evidenciou elevada atividade antioxidante com o conteúdo de antocianinas para a bebida formulada de 1,73 mg de equivalentes de antocianinas cianidinas.

Silva *et al.*, (2014), estudando os conteúdos de bioativos presentes nas polpas e sub-produtos 12 frutas tropicais, os maiores níveis de antocianinas totais dentre as amostras analisadas foram encontradas nos subprodutos de acerola e pitanga roxa com concentrações de 226,90 mg.100 g⁻¹ bs e 1021,22 g.100 g⁻¹ bs respectivamente.

Dastmalchi *et al.*, (2012) avaliaram o poder antioxidante e anti-inflamatória presentes nos frutos da *Eugenia brasiliensis* e constataram que as antocianinas presentes neste fruto reduziram a inflamação nas vias pulmonares dos fumantes, além disso, apresentaram propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias para tratar a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).

A maior proporção de flavonóides e antocianinas na casca de jabuticaba é justificada pela maior exposição desta aos fatores ambientais, o que ocasiona maiores estímulos à produção destes metabolitos secundários relacionados com a proteção contra estresses abióticos, como a radiação ultravioleta, além de seu papel na atração de organismos dispersores de sementes (MACHRY *et al.*, 2017).

✓ **Estabilidade das antocianinas**

A estabilidade das antocianinas é afetada por fatores como: pH, solventes, temperatura de armazenamento, luz (FRANCIS e LEE 1982; CASTANEDA-OVANDO *et al.*, 2009).

O meio ácido faz com que as antocianinas se encontrem predominantemente na forma de cátion flavilium, que apresenta coloração vermelha mais intensa em pH abaixo de 3,0. Aumentando a faixa de pH para 4,0 a 5,0 essa coloração tende a desaparecer. O fato de o cátion flavilium ser estável em meio ácido torna mais indicado à utilização de solventes contendo ácidos orgânicos ou minerais na extração de antocianinas de frutas, como ácidos clorídrico, fórmico e acético. (OLIVEIRA *et al.*, 2016; CORTEZ *et al.*, 2017).

Segundo Davies e Mazza (1993) os pigmentos das frutas e hortaliças, estão localizados em células próximas à superfície, atuando como filtro a radiações ultravioleta nas folhas e regulando a taxa de fotossíntese. De acordo com Fuleki e

Francis (1968) a extração das antocianinas envolve o uso de solventes ácidos, que rompem a membrana celular do tecido e dissolvem os pigmentos.

De acordo com Kahkonen, Hopia, e Heinonen (2001) as antocianinas são moléculas polares, portanto os solventes mais comuns usados nas extrações são misturas aquosas com etanol, metanol ou acetona. Entretanto, o uso de solventes alcóolicos-ácidos com acidez superior a 1% de ácido clorídrico pode provocar a hidrólise parcial das antocianinas aciladas, provocando resultados incorretos no teor de antocianinas total (REVILLA *et al.*, 2001; LI *et al.*, 2014; SANTOS *et al.*, 2015).

As antocianinas podem, ainda, sofrer degradação devido a elevadas temperaturas aplicadas no processamento dos alimentos. Diversos estudos já demonstraram a relação entre o aumento da temperatura e a diminuição do conteúdo de antocianinas (VEDANNA *et al.*, 2008; ALVES *et al.*, 2014; BALDIN *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2018).

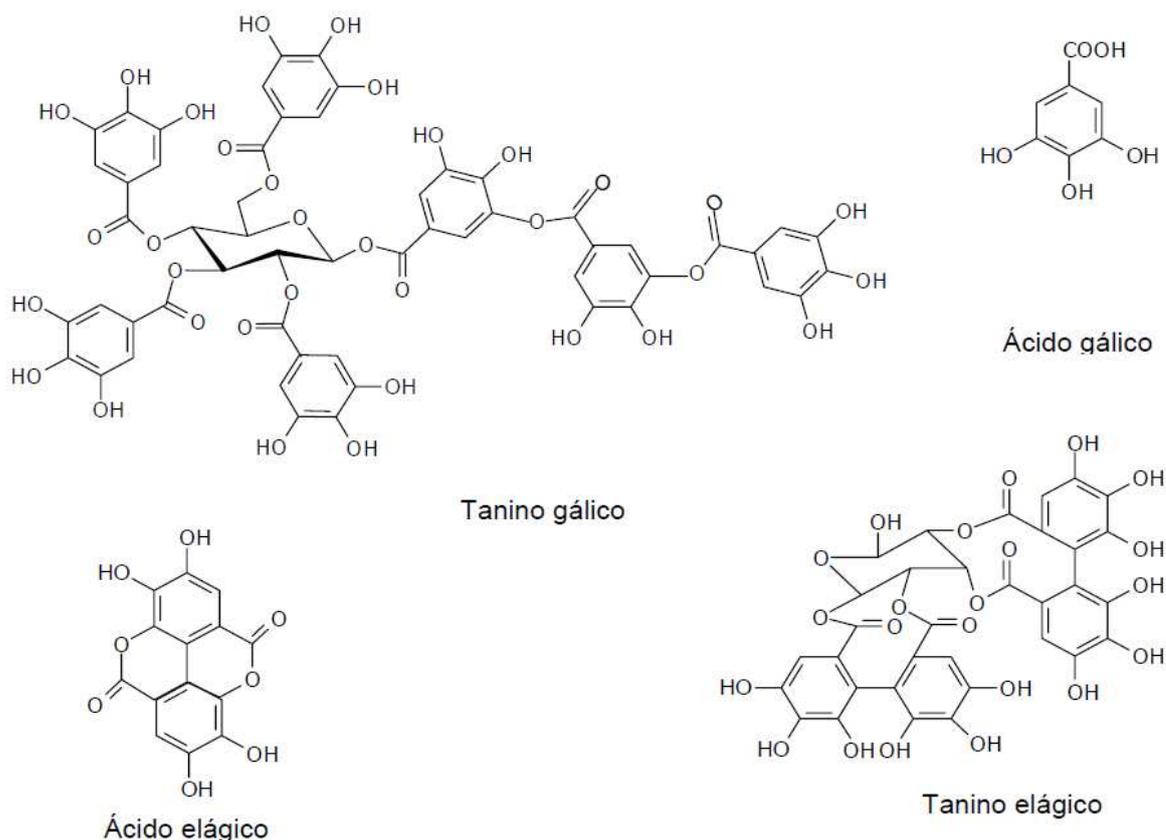
O mecanismo da degradação térmica das antocianinas ainda não foi completamente elucidado, porém sabe-se que esses pigmentos são degradados em temperaturas acima de 60 °C (FRANÇA *et al.*, 2012; PADILHA *et al.*, 2017).

2.4.3 Taninos

Taninos são substâncias fenólicas solúveis em água com capacidade de formar complexos insolúveis com alcaloides, gelatina e outras proteínas. São importantes componentes gustativos, compostos de elevadas massas moleculares encontrados em muitas frutas, principalmente nas cascas, responsáveis pela adstringência devido à precipitação de glucoproteínas salivares, o que ocasiona a perda do poder lubrificante. Essa propriedade exerce papel importante na proteção vegetal contra patógenos e na detecção de herbívoros que se alimentam destas plantas (LIMA *et al.*, 2011; ROCHA *et al.*, 2011).

De acordo com sua estrutura molecular eles podem ser classificados em hidrolisáveis e condensados ou proantocianidinas. Os taninos hidrolisáveis são ésteres de ácidos fenólicos, principalmente ácidos gálico, elágico e seus derivados (Figura 5). Estes grupos de taninos são encontrados em grandes quantidades especialmente em madeiras, cascas de árvores, folhas e galhos (BERNARDES *et al.*, 2011; MELO, 2011).

Figura 5 - Estrutura dos taninos hidrolisáveis.



Fonte:CORTEZ *et al.*, (2017).

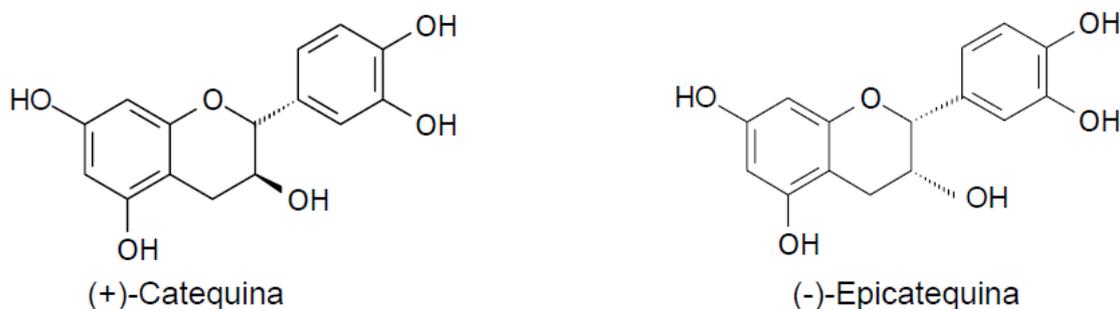
O ácido gálico é o constituinte fenólico mais comum, que pode ser encontrado como complexos de açúcar em muitos frutos, incluindo galotaninos e elagitaninos, com elevada ação antioxidante e outras atividades biológicas benéficas, como: efeitos cardioprotetores *in vitro* e *in vivo*, inibição seletiva do crescimento de bactérias patogênicas humanas e atividade antiproliferativas contra várias linhas celulares de diferentes tipos de câncer (LARROSA *et al.*, 2010; PINTO *et al.*, 2010; REYNERTSON *et al.*, 2010).

Pereira *et al.*, (2017) determinaram as concentrações de taninos hidrolisáveis presentes na jabuticaba em vários estágios de desenvolvimento. Os autores isolaram um novo elagitanino, chamado cauliflorin e sete taninos hidrolisáveis conhecidos. Verificaram que os conteúdos de elagitaninos diminuíram durante o desenvolvimento da fruta e as variações nos teores destes compostos foram influenciadas pelas frações da fruta (casca, polpa e semente) e não pelo grau de maturação.

Os taninos condensados (Figura 6), quimicamente são polímeros de flavonoides formados por unidades de flavan-3-óis (catequina) ou flavan-3-4-dióis (leucoantocianidina), semelhante aos flavonoides unidos por uma ligação carbono-carbono (BOSSO *et al.*, 2016). Eles constituem a segunda fonte de polifenóis do reino vegetal, perdendo apenas para a lignina. Possuem importância marcante nos alimentos, pois sua presença em baixas concentrações proporciona características sensoriais desejáveis (BERNADES *et al.*, 2011).

Os níveis de taninos presentes na jabuticaba são significativamente maiores do que outros frutos da família *Myrtaceae* como cambuci, goiaba, camu-camu, pitanga e grumixama, conferindo a esta fruta uma promissora fonte de derivados de ácido elágico na dieta (ABE *et al.*, 2012).

Figura 6 - Monômeros de taninos condensados.

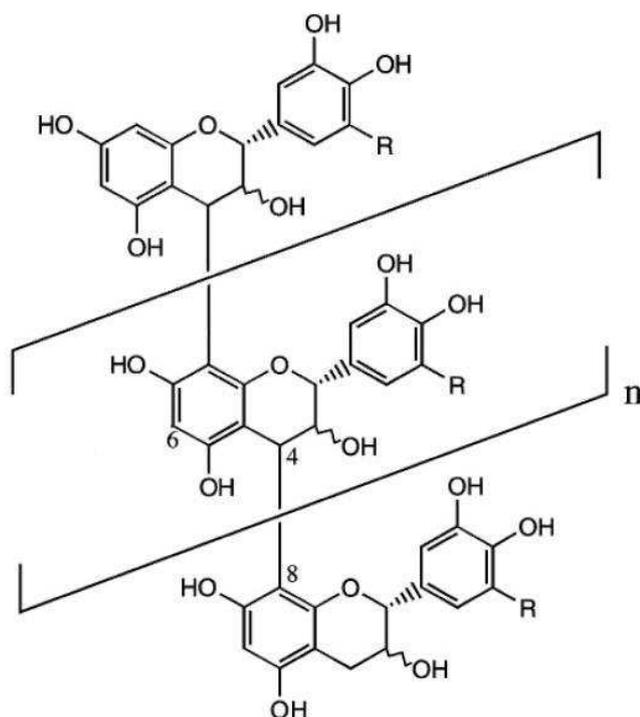


Fonte: CORTEZ *et al.*, (2017)

Os taninos condensados são normalmente encontrados em frutas e vegetais como maçã, uva, amora, cacau e bebidas como vinhos e chás, os quais apresentam alto valor nutritivo e boas propriedades terapêuticas. O chá verde representa importante fonte de antioxidantes na dieta humana, sendo associados a muitos benefícios à saúde, em especial, a proteção contra câncer e doenças neurodegenerativas (BARCIA *et al.*, 2012; BATISTA *et al.*, 2017; SINGH *et al.*, 2018).

São usados na indústria alimentícia como antioxidante nos sucos de frutas e bebidas e como clarificante de vinhos. Esses taninos também são denominados de proantocianidina, em virtude à propriedade de produzirem pigmentos vermelhos (Figura 7).

Figura 7 - Estrutura química da proantocianidina: Taninos condensados.



Fonte: NEILSON e FERRUZZI, 2010.

Estudos têm demonstrado que um grande número de vegetais contendo taninos com propriedades antioxidantes, podem ser utilizados como fontes naturais de substâncias com capacidade de sequestrar radicais livres (BERNADES *et al.*, 2011).

Alezandro *et al.*, (2013a) estudaram as frações (casca, polpa e semente) de duas espécies de jabuticaba, a Sabará e a Paulista em diferentes estádios de maturação e concluíram que os teores de taninos diminuíram com o completo amadurecimento da fruta, o decaimento de ácido elágico, foi de 47% para 43% enquanto que para os elagitaninos foi de 77% para 60%. Já os conteúdos de taninos condensados, apresentaram um aumento de 40% com o amadurecimento do fruto.

Os autores Brandão *et al.*, (2011) estudaram a concentração de taninos totais em jambolão em cinco estádios de maturação, os resultados mostraram redução na concentração de taninos com amadurecimento do fruto, no estágio verde foi 699,45 mg.100.g⁻¹ e completamente maduro 185,76 mg.100.g⁻¹.

2.5 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os antioxidantes são compostos que mesmo em baixas concentrações atuam inibindo e/ou diminuindo os efeitos desencadeados pelos radicais livres, bem como intervir na propagação de reações em cadeia de oxidação que se originam em compostos tóxicos. O excesso dessas substâncias no corpo humano podem provocar danos cumulativos que podem desencadear doenças como cardiopatias, diabetes, cataratas, artrite, artrose, mal de Alzheimer (SANTOS *et al.*, 2010; MORZELLE, 2016).

Os radicais livres são produzidos por processos endógenos, realizados pelo metabolismo biológico do próprio organismo ou por fatores exógenos, como obesidade, tabagismo, estresse, poluição do ar, solventes orgânicos, radiação, pesticidas entre outros (MÜLLER *et al.*, 2011; ACHKAR *et al.*, 2013).

Os antioxidantes podem ser classificados em sintéticos e naturais. Apesar dos antioxidantes sintéticos possuírem maior estabilidade e terem uma boa eficiência, atualmente, estudos têm sido realizados em busca de produção de antioxidantes de fontes naturais (MAGALHÃES, *et al.*, 2008; ROCHA *et al.*, 2014). Foi detectado que antioxidantes de natureza sintética causam efeitos negativos no organismo humano quando utilizados em doses elevadas. Neste sentido, pesquisadores defendem a substituição por antioxidantes naturais obtidos de frutos (ALVES *et al.*, 2013; BALDIN *et al.*, 2016).

Segundo Neri-Numa *et al.*, (2018) dentre os antioxidantes presentes na natureza os compostos fenólicos são os mais encontrados e que apresentam maior ação antioxidante, sendo muito utilizados em indústrias alimentícias com o objetivo de evitar as oxidações lipídicas, prevenindo a qualidade nutricional do alimento e, de promover benefícios à saúde humana, reduzindo os danos provocados por espécies reativas.

Alezandro *et al.*, (2013a), determinaram a atividade antioxidante de duas espécies de jabuticaba (Sabará e Paulista) e suas frações e encontraram maior capacidade antioxidante nas cascas e sementes da espécie Sabará a qual apresentou teor de 20% superior a Paulista.

Plaza *et al.*, (2016), analisaram o perfil dos constituintes bioativos e sua contribuição para a capacidade antioxidante da casca de jabuticaba. Foram encontrados, elagitaninos, galotaninos, ácidos elágicos, antocianinas e derivados

flavonóis. Os autores afirmaram que os elagitaninos foram os principais contribuintes para elevada atividade da casca de jaboticaba.

Costa *et al.*, (2013), determinaram os bioativos presentes nas frutas tropicais, açai, pitanga, camu-camu, jaboticaba e jabolão. Encontraram altos teores de antocianinas e flavonoides, substâncias fenólicas com elevado potencial antioxidante. Estes autores afirmam que o consumo de frutas de cores vermelhas e pretas pode prevenir contra doenças crônicas tais como, obesidade, diabetes, cardiovasculares, neurodegenerativas e o câncer.

Estudos revelam que os subprodutos gerados do processamento de suco de frutas tropicais como, goiaba, manga e cereja podem ser consideradas fontes promissoras de antioxidante naturais (ANDRADE *et al.*, 2014).

Inada *et al.*, (2015), determinaram os compostos bioativos e a composição química da jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) e da jussara (*Euterpe edulis*) e suas frações. Os resultados revelaram que dentre as frações dos frutos analisados, os valores mais elevados de atividade antioxidante, foram encontradas na casca de jaboticaba e na polpa de jussara.

Burin *et al.*, (2014), determinaram o conteúdo de compostos bioativos e atividade antioxidante *in vitro* de duas espécies de uvas, *Vitis vinefera* e *Vitis labrusca* e afirmaram que a variedade *V. labrusca*, especialmente a Bordô e Concord, apresentaram o maior potencial antioxidante, que estavam associados à presença do o trans-resveratrol, principal bioativos da uva.

Borges *et al.*, (2014), avaliaram os bioativos presentes na *Myrciarya genus*, incluindo compostos fenólicos tais como, taninos, flavonóides, ácido elágico e antocianinas. E relataram que as frutas, extratos das folhas e cascas têm atividade antioxidante, antifúngica e efeitos antibacteriano.

Goldmeyer *et al.*, (2014), avaliaram a atividade antioxidante de antocianinas e polifenóis do fruto e bagaço de mirtilo provenientes do processamento de bebidas a base de mirtilo. Os subprodutos apresentaram altas concentrações de constituintes bioativos, e foram considerados excelentes fontes de substanciais antioxidantes, podendo ser empregado no desenvolvimento de novos produtos com propriedades funcionais.

Os antioxidantes exercem um papel importante na indústria de alimentos como conservante e na prevenção de doenças associadas aos radicais livres. A indústria alimentícia encontra nas frutas e hortaliças as principais fontes de

constituintes bioativos naturais que podem substituir os sintéticos (MACHADO *et al.*, 2013).

2.6 SECAGEM

Secagem é uma operação unitária muito antiga, porém, continua sendo muito utilizada pela indústria alimentícia para conservação dos seus produtos. É um processo térmico que tem a finalidade de remover a água livre e voláteis presentes em um sólido úmido o qual é submetido a dois processos simultaneamente, transferência de calor e massa (KAJIYAMA e PARCK, 2010; PARK *et al.*, 2014).

O material seco apresenta várias vantagens para os produtos agrícolas e alimentícios, principalmente a inibição das atividades químicas, enzimáticas e microbiológicas as quais são responsáveis pela deterioração dos alimentos. Também favorece a conservação e a estabilidade dos constituintes à temperatura ambiente, reduz o volume e o peso, prolonga o tempo de prateleira, não depende da sazonalidade, está disponível em qualquer época do ano, agregando valor ao produto (PARK *et al.*, 2002).

A secagem de frutas e hortaliças requer controle sobre a atividade de água, uma das propriedades mais importantes para produtos desidratados. Este controle deve ser conduzido de tal maneira que possibilite a inibição do desenvolvimento de micro-organismos, evitando as alterações nas características sensoriais, na conservação do valor nutricional do alimento e garanta as condições de armazenamento à temperatura ambiente (SILVA *et al.*, 2010; MACHRY *et al.*, 2017).

Muitos estudos já foram realizados com secagem de resíduos de frutas. Alves *et al.*, (2014b) secaram cascas de jabuticaba em estufa com circulação de ar forçado e estudaram a influência de diferentes temperaturas de secagem (30, 45 e 60 °C), sobre os teores dos nutrientes e compostos antioxidantes. Verificaram que essas temperaturas pouco afetaram a composição centesimal e foram preservados os compostos antioxidantes a temperatura de 45 °C.

Gurak *et al.*, (2014), avaliaram e compararam as propriedades físico-químicas, tecnológicas e morfológicas dos pós obtidos da fruta inteira, da casca e do bagaço da jabuticaba, subprodutos da fabricação de suco. Todas as amostras foram submetidas ao mesmo processo de secagem por liofilização. Os resultados obtidos mostraram que o pó do bagaço de jabuticaba continha elevadas quantidades de

compostos fenólicos (43,39 mg GAE . g bs.), 2,5 vezes maior que o da fruta fresca. Os autores afirmaram que o subproduto do suco de jabuticaba pode ser reutilizado no desenvolvimento de ingredientes funcionais, bem como alternativa e diversificação de alimentos com potencial antioxidante.

COLPO (2015) avaliou diferentes métodos de cocção (*sous vide*, micro-ondas, fervura e desidratação) em frutas vermelhas (amora, mirtilo, cereja, jabuticaba e morango) e suas propriedades antioxidantes. Os resultados revelaram que a jabuticaba foi a fruta que apresentou o maior conteúdo de compostos fenólicos e maior atividade antioxidante dentre as frutas vermelhas estudadas, em todos os processos avaliados. Com exceção do método de desidratação (40 e 50 °C), na qual amora e morango tiveram os maiores resultados nas condições estudadas.

Araújo *et al.*, (2013) determinaram a composição química e potencial antioxidante da farinha da casca de jabuticaba. As cascas foram submetidas à secagem a temperatura de 40 ± 5 °C em estufa com renovação e circulação de ar forçado. Os resultados de fenólicos totais (1895 mg AGE.100.g⁻¹), flavonoides 8,960 g EC.100. g⁻¹, antocianinas 0,6823 g.cianidina-3-glicosídeo.100.g⁻¹, classificaram a farinha de jabuticaba como produto de elevado potencial antioxidante nas condições de estudo.

Henriquez *et al.*, (2014), verificaram os teores dos compostos fenólicos durante a secagem de maçãs (*Granny smith*) em temperaturas entre 110 a 140 °C por 250 segundos e observaram que houve degradação dos fenólicos durante a secagem, os quais variaram de 73,13% a 110 °C e 21% a 140 °C. Afirmaram que a secagem pode ser usada como ferramenta no processo de reutilização de resíduos industriais da maçã.

Berté *et al.*, (2011) determinaram os compostos fenólicos do extrato de erva-mate obtido por spray-dring e encontraram altos teores de substâncias fenólicas com propriedades antioxidantes, os autores afirmaram que é possível utilizar o extrato como ingrediente no desenvolvimento de novos produtos.

2.7 INFUSÃO (Chá)

A denominação de chá é atribuída ao produto de infusões de plantas do gênero *Camellia sp.*, sendo classificada em três categorias e estas variações são

relativas ao processo de fabricação, fermentado (preto), não-fermentado (verde) e o semi-fermentado (oolong) (TACANAKA *et al.*, 2003; PREEDY, 2012).

Segundo a legislação brasileira, chás são produtos constituídos de partes de vegetais, inteiras, fragmentadas ou moídas, obtidos por processos tecnológicos adequados a cada espécie, utilizados exclusivamente na preparação de bebidas alimentícias por infusão ou decocção em água potável, não podendo ter finalidades farmacoterapêuticas (BRASIL, 2005).

Em um sentido mais amplo, denominam-se chás ervais, frutais e florais as infusões preparadas a partir de folhas, frutos e flores, respectivamente, como é o caso das infusões de boldo, maçã e camomila (DINIZ, 2013).

Dados da Organização Mundial da Saúde estimam que 80% da população mundial utilizam plantas medicinais com finalidade terapêutica (BRASIL, 2006). O chá obtido por infusão é a forma mais popular de uso, contribuindo para a prevenção e o tratamento de doenças pela presença de compostos biologicamente ativos, como os polifenóis (BRASIL, 2005; SCHMITZ *et al.*, 2005; HERBÁRIO, 2018).

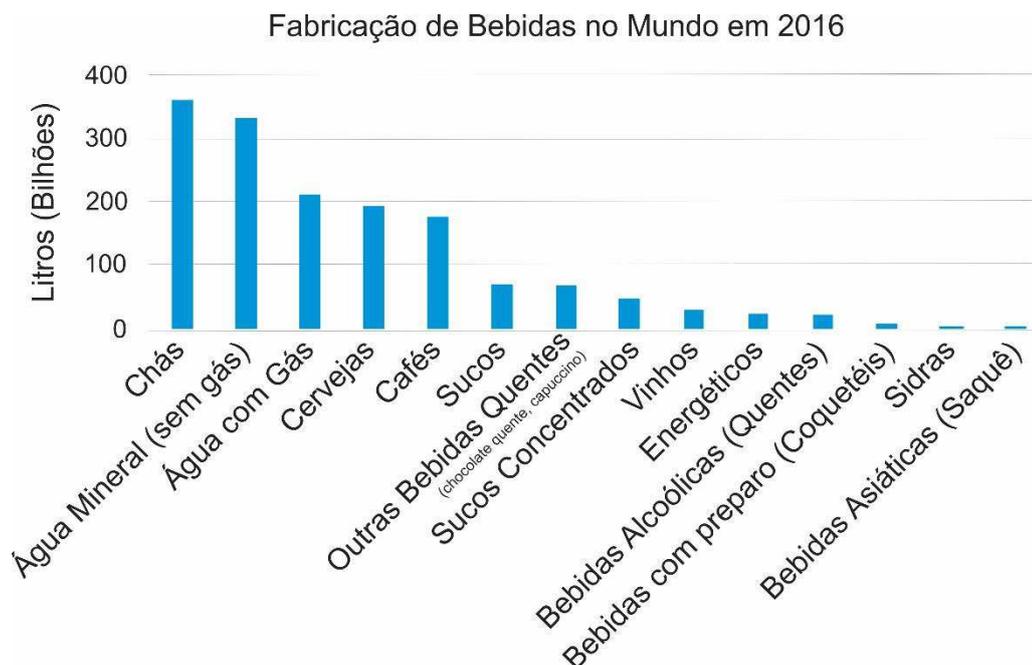
Depois da água, o chá é a bebida não alcoólica mais consumida em todo mundo por que além de hidratar, é uma das fontes mais ricas em flavonoides e de suas subclasses, substâncias fenólicas com propriedades consideradas medicinais (BRASIL, 2006; LUCCA *et al.*, 2010; SANLIER *et al.*, 2018).

Segundo dados do Euromonitor (2016) foram consumidos 331 bilhões de litros de chá quente e 41 bilhões de chá gelado no ano de 2016 (Figura 8).

Segundo Howard Telford, analista sênior de bebidas da Euromonitor International, “a categoria do chá encontrou uma maneira de entrar nas principais ocasiões de consumo de bebidas, que vai desde hidratação até como fonte de alimento funcional”.

O chá e seus constituintes bioativos melhoram não apenas a função cardiovascular, mas também produzem efeitos sobre o cérebro e outros órgãos. Além disso, eles têm efeitos protetores intrínsecos e modulam a bioquímica de vários tipos de células, incluindo os do sistema vascular (PINTO, 2013). Muitos estudos têm focado na função da atividade antioxidante em infusões e no que diz respeito ao processo de oxidação celular, que inibem doenças neurodegenerativas, cardiovasculares, diabetes e o câncer (SZYMCZYCHA-MADEJA *et al.*, 2012; CAMPOS, 2014; TAN *et al.*, 2017, ANJOS *et al.*, 2017).

Figura 8 - Consumo global de bebidas em 2016.



Fonte: Adaptado EUROMONITOR (2016).

De acordo com dados da Euromonitor (2016) o mercado brasileiro apresentou progressivo aumento no consumo de chás, a tendência de crescimento da bebida no Brasil foi influenciada pela procura por produtos mais saudáveis e pela inovação de variedades de sabores, combinações de frutos sazonais e diferentes formatos que são lançados no mercado. A expectativa é que este ramo cresça 50% entre 2016-2018. Apesar da expansão, o consumo *per capita/ano* no país é de apenas 10 xícaras, considerado o menor no *ranking* de 52 países. Segundo Lee *et al.*, (2013) estudos científicos têm revelado que o chá é uma bebida segura, de baixo custo e apresenta propriedades funcionais benéficas à saúde, portanto, o consumo deve ser estimulado.

Os chás de ervas são infusões de água quente de partes de plantas frescas ou secas: raízes, folhas, frutos e sementes (DEETAE *et al.*, 2012; DALAR e KONCZAK, 2013).

Paula *et al.*, (2013) estudaram o poder antioxidante em infusões de ervas utilizadas como chás, os quais selecionaram 14 espécies de plantas variando suas partes (flores, folhas, ramos, talos, sementes e frutos), dentre as plantas estudadas, a infusão de hibisco praticamente não apresentou atividade antioxidante 0,01%, enquanto o chá verde das folhas de *Camellia sinensis* alcançou o maior valor

59,79% nas condições estudadas. Entretanto, outro estudo realizado por Anjos *et al.*, (2017) verificaram que extratos das flores de hibiscos apresentaram eficácia na capacidade de neutralizar espécies reativas de oxigênio (EROs), decompondo os peróxidos H₂O₂ na concentração de 25 µg.

Morais *et al.*, (2017) realizaram a caracterização físico-química de 10 amostras de infusão mista de amora e hibisco e os parâmetros de pH (3,63 – 3,90), condutividade elétrica (1,40 – 1,42 mS.cm⁻¹), Densidade (0,999 – 1,0003.g.mL⁻¹), Acidez (1,3 – 1,53), todas as amostras apresentaram valores em conformidade com a legislação vigente.

Chan *et al.*, (2010) compararam as propriedades antioxidantes de dezoito infusões (frutos) e chás (verde e preto) de regiões tropicais e temperadas, constataram que a atividade antioxidante das infusões de mirtilo, goiaba, orégano e limão foram semelhantes aos do chá preto.

Moldovan *et al.*, (2016) avaliaram doze infusões de frutas vermelhas/azuladas, blueberry (mirtilo), raspberry (framboesa), wild berry (frutos silvestres), strawberry (morango) de vários produtores. As infusões tiveram diferentes valores para compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidantes, variaram significativamente dependendo do produtor. Os maiores teores destas substâncias foram encontrados nas infusões de mirtilo e os menores nas de morango. Afirmaram que mesmo quando os níveis destes compostos forem inferiores a outros chás da espécie *Camellia sinensis*, ainda assim permanece uma importante fonte de antioxidantes para dieta humana.

Apesar dos chás oriundos das folhas de *Camellia sinensis* terem mais popularidade devido aos seus benefícios a saúde e efeitos estéticos (emagrecimento), as indústrias têm lançado no mercado vários tipos de ervas, partes de plantas, com essências de frutas com características antioxidantes superiores ao chá preto (KATALINIC *et al.*, 2006; DALAR e KONCZAK, 2013).

Os estudos têm demonstrado que as frutas são as principais fontes alimentícias de compostos bioativos e antioxidantes benéficos à saúde. Neste sentido, há uma busca crescente por desenvolvimento de produtos oriundo de frutos e de suas frações a fim de obter um alimento com potencial funcional.

2.7.1 Biodisponibilidade dos compostos fenólicos na infusão

A biodisponibilidade de chás ingeridos na forma de infusão contribui para a extração dos compostos fenólicos, considerados benéficos à saúde (BUNKOVA *et al.*, 2005; MENDEL e YOUDIM, 2004; HIGDON e FREI, 2003).

O chá é uma bebida preparada por meio da infusão de folhas, flores ou raízes de plantas, geralmente é preparada com água quente, e cada variedade adquire um sabor definido de acordo com o processamento utilizado, que pode ser com ou sem fermentação, tostado ou não, podendo ser adicionado de aroma e ou especiaria (BRASIL, 2005).

Os chás feitos a partir do método de infusão, que é o despejo de água fervente sobre a erva, auxiliam na extração dos compostos fenólicos. Pesquisas feitas com infusões de manjeriço mostraram relação positiva entre a atividade antioxidante do chá e o teor de compostos fenólicos totais (ACHKAR *et al.*, 2013).

Segundo Riehle *et al.* (2013) os compostos fenólicos extraídos das folhas de chá (*Camellia sinensis*) podem sofrer alterações durante todo o processo da sua preparação, portanto é importante observar os parâmetros como temperatura e o tempo de infusão. Para Khan *et al.*, (2007), um chá (*Camellia sinensis*) preparado numa proporção de 1. g de chá em 100 mL de água fervente durante 3 minutos, contém 250 a 350 mg de extrato seco, composto por 30 a 42% de catequinas e de 3 a 6% de cafeína.

Segundo Senger *et al.*, (2010) a concentração de catequinas varia de acordo com a preparação do chá, mas de forma geral o chá verde preparado em uma proporção de 1 grama de folhas para 100 mL de água, por 3 minutos de fervura, contém cerca de 35-45 mg.100 mL⁻¹ de catequinas e 6 mg .100 mL⁻¹ de cafeína, dentre outros constituintes. Já para Vuong *et al.*, (2011) a melhor condição encontrada para extração de catequina em chá verde foi na temperatura de 80 °C no tempo de 30 minutos.

Gualberto *et al.*, (2015) prepararam infusões da flor da moringa (*Oleífera L.*) e avaliaram o teor de compostos bioativos a partir das flores *in natura* e secas em três tempos distintos de infusão 3,0, 4,5 e 6,0 minutos. Os resultados de compostos fenólicos para os três tempos foram mais elevados na flor seca, com intervalos de 673,11 a 752,76 mg AGE.100. g⁻¹, enquanto para flor *in natura* variaram de 161,58 a 304,52 mg AGE.100. g⁻¹. Os autores mencionaram 4,5 minutos como o melhor

tempo de extração para os compostos fenólicos. As condições de volume de 130 mL, temperatura (100 °C) e 1 g da amostra foram adotadas segundo recomendação do fabricante.

Chan *et al.*, (2010) avaliaram as propriedades antioxidantes de chás de ervas tropicais e de *Camellia sinensis* de regiões temperadas. Encontraram nas ervas tropicais mais diversidades de espécies e, portanto, valores de antioxidantes variáveis. Entretanto, os chás de *C. sinensis* apresentaram atividade antioxidante mais elevada que as ervas tropicais, com exceção para as infusões de mirtilo, goiaba e orégano. Para as condições de extração dos antioxidantes, utilizaram 1 g, 50 mL de volume, temperatura de 100°C e tempo de 1 hora.

Pereira *et al.*, (2009) verificaram que os teores de polifenóis totais e flavonoides aumentaram com o tempo de aquecimento na preparação da infusão, os quais variaram significativamente entre as amostras de chá verde e de chá preto. Constataram que o tempo de 5 minutos de infusão e temperatura de 100 °C foi o ideal para extrair a maior quantidade de polifenóis.

As antocianinas apresentam elevada solubilidade em água e, estudos tem mostrado que o aquecimento pode aumentar a extração desses compostos, por meio da quebra de ligações de hidrogênio. Portanto, o preparo de uma infusão pode otimizar a extração das antocianinas presentes nas cascas (AZSMIR *et al.*, 2013).

Estudos realizados por Samaniego-Sánchez *et al.*, (2011) mostraram que a temperatura da água e o tempo de infusão podem influenciar nos níveis de polifenóis totais e da atividade antioxidante de chá verde. A temperatura de 90 °C para tempos de infusão de 3-5 min produziram extração mais rápida e mais eficaz. Os autores afirmam que a infusão prolongada a esta temperatura pode ocorrer perdas de compostos fenólicos e, conseqüentemente, da capacidade antioxidante nas condições estudadas.

Pimentel-Souza *et al.*, (2012) avaliaram a qualidade de duas marcas comerciais de chá verde em sachê e aferiram o efeito do tempo (1,5, 3 e 6 min) de infusão do chá verde sobre a disponibilidade dos compostos funcionais, constataram a melhor condição para extração dos compostos de catequina foi na temperatura de 100 °C e no tempo de 6 minutos.

As pesquisas indicam que existe uma influência da temperatura e o do tempo de imersão sobre a qualidade funcional dos chás, este efeito tem sido explorado principalmente no chá de *Camellia sinensis* (verde, preto, oolong, vermelho e

branco), entretanto, o consumo destas bebidas vem crescendo e estão sempre surgindo novas opções no mercado, tornando-se primordial avaliar a biodisponibilidade dos compostos fenólicos e a atividade antioxidante das infusões do pó das cascas secas de jabuticaba, em diferentes intervalos de temperatura e tempo incluindo os recomendados pelos fabricantes.

2.8 ARMAZENAMENTO

Produtos higroscópicos como o chá se faz necessário submeter a secagem para assegurar a integridade do material e a manutenção de sua qualidade alimentar. O armazenamento com controle de temperatura e umidade adequadas para produtos secos vai evitar o desenvolvimento de fungos que, potencialmente, possam causar alteração no teor de princípios ativos (GOMES *et al.*, 2007).

Define-se como vida-de-prateleira ou vida útil de um alimento um tempo que um produto é conservado em determinadas condições de umidade e temperatura, apresentando alterações consideradas aceitáveis pelo fabricante, pelo consumidor e pela legislação alimentar vigente (VITALLI e QUAST, 2004).

A vida útil de um produto tem sido considerada uma informação de fundamental importância para as empresas, pois desta forma podem gerenciar melhor a distribuição e informar as condições de conservação aos consumidores. Portanto, a estimativa da vida de prateleira requer o máximo de conhecimento do produto a ser armazenado, sendo a umidade um dos principais fatores que influência na perecibilidade do produto (FAGUNDES *et al.*, 2005).

Durante o armazenamento podem ocorrer mudanças no aroma, cor e sabor de alimentos, devido à redução na concentração de antocianinas monoméricas e formação de pigmentos poliméricos. As reações responsáveis por essas transformações incluem, frequentemente, a condensação direta entre antocianinas e flavonóis e a polimerização das próprias antocianinas (MALACRIDA e MOTTA, 2006).

Alves *et al.*, (2014a), afirmaram que cascas de jabuticaba desidratadas devem ser armazenadas de forma que preserve ao máximo suas propriedades nutricionais. Os autores avaliaram os constituintes químicos da casca seca no período de 12 meses e verificaram que houve aumento significativo em alguns parâmetros durante o armazenamento, atividade de água 31,23%, teor de água de

34%, pH 7,5% e decréscimo nos compostos fenólicos de 9,91% e as antocianinas de 29% .

Silva *et al.*, (2010) estudaram a estabilidade de corantes obtidos a partir da casca de Jaboticaba em diferentes condições, encontraram teores de antocianinas totais de 48,06 mg ATT.100 g⁻¹. Os autores verificaram que ocorreram maiores degradações nas amostras armazenadas sob a incidência da luz e a temperatura ambiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DA PESQUISA E OBTENÇÃO DOS FRUTOS

Os experimentos foram realizados nos Laboratórios de Engenharia Bioquímica (LEB) da Unidade Acadêmica de Engenharia Química (UAEQ) da Universidade Federal (UFCG) - Campina Grande – PB e no Núcleo de Pesquisa e Extensão em Alimentos (NUPEA) do Departamento de Química (DQ) do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) - Campina Grande-PB.

Os frutos de Jabuticaba, Figura 9, da variedade *Myrciaria cauliflora* (Mart. O.Berg), conhecida como Sabará, foram adquiridos nos sítios da microrregião do brejo do Estado da Paraíba, Nordeste Brasileiro, do município de Alagoa Nova (“latitude 0,7°, 04’, 15” S e longitude, 35°, 45’ e 30” W) com altitude de 500 – 600 m e possui clima do tipo serrano com temperaturas que variam de 12–30°C.

O ponto de colheita foi estabelecido quando a fruta facilmente se soltava do caule. Os frutos utilizados tinham diâmetro médio de 2,30–3,5 cm, pesando em média 6,68 g. Suas frações são compostas aproximadamente de 32% de casca e 68% de polpa e sementes.

Figura 9- Fruto da Jabuticaba.



Fonte: IBRAF (2017).

3.1.1 Obtenção da casca de jabuticaba *in natura*

As frutas após a colheita foram transportadas em caixas plásticas de polietileno para o laboratório (LEB), lavadas em água corrente, em seguida higienizadas com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% e mantidas em imersão por 10 minutos, posteriormente, enxaguadas com água corrente da rede de abastecimento, drenadas, pesadas e esmagadas manualmente em peneiras para separação das frações de cascas e polpas, conforme Figura 10.

Figura 10 – Etapas do preparo da casca de jabuticaba *in natura*

I - OBTENÇÃO DA CASCA *IN NATURA*



3.2 CÁLCULO DO RENDIMENTO

Após a separação das frações da fruta, as cascas de jabuticaba foram pesadas separadamente e feito o cálculo de rendimento, conforme Equação 1.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100 \quad (1)$$

Em que:

m_1 = massa do fruto inteiro

m_2 = massa da casca

3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DAS CASCAS DE JABUTICABA *IN NATURA*

Foram realizadas em triplicata as seguintes análises físicas: sólidos solúveis totais (°Brix), cor, atividade de água e físico-químicas: pH, teor de água, cinzas, acidez titulável total, açúcares redutores (AR), açúcares totais (AT).

3.3.1 Sólidos solúveis totais-SST (°Brix)

Foi adicionado 20 mL de água destilada em um Becker contendo 1 g das cascas. Após homogeneização, as suspensões ficaram em repouso por 30 minutos, com agitação intermitente. Em seguida foram filtradas em papel de filtro qualitativo e do filtrado foram transferidos 3 a 4 gotas para o refratômetro de bancada modelo Abbé no qual foram feitas as respectivas leituras. Os resultados foram expressos considerando o fator de diluição (AOAC, 2005).

3.3.2 Cor

Os parâmetros de cor das cascas foram determinados em espectrofotômetro portátil Hunter Lab Mini scan XE Plus, modelo 4500L, obtendo-se os parâmetros L^* , a^* e b^* em que L^* define a luminosidade ($L^* = 0$ – preto e $L^* = 100$ – branco) e a^* e b^* são responsáveis pela cromaticidade ($+a^*$ vermelho e $-a^*$ verde; $+b^*$ amarelo e $-b^*$ azul).

3.3.3 Atividade de Água (a_w)

A atividade de água foi determinada através de leitura direta da amostra na temperatura de 25 °C em higrômetro Aqua-Lab, modelo 4TE, fabricado pela Decagon.

3.3.4 pH

Foi pesado 1 g da amostra em um becker e adicionado 50 mL de água destilada e mantido sob agitação por 30 minutos. Após completa homogeneização

estas suspensões foram deixadas em repouso por 30 minutos. Em seguida foram filtradas em papel Whatman n1 quantitativo de filtro qualitativo e feitas as leituras em um medidor de pH TEC-5 marca TECNAL previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0 (AOAC, 2005).

3.3.5 Teor de água

Foram pesadas 2 g das cascas *in natura* em cápsulas de porcelana previamente taradas. As cápsulas contendo as amostras foram colocadas na estufa a 105 °C até massa constante. Em seguida foram resfriadas em dessecador até alcançar a temperatura ambiente e pesadas em balança analítica (AOAC, 2005). O teor de água, expressa em base úmida, foi calculada pela Equação 2.

$$U(\%) = \frac{mi-mf}{mi} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

U = umidade em base úmida;

mi = massa inicial das amostras (g);

mf = massa final das amostras (g).

3.3.6 Cinzas

A quantidade de cinzas foi determinada através da incineração da amostra em mufla aquecida a 550 °C, até a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branca acinzentada (AOAC, 2005). As cinzas foram calculadas pela Equação 3.

$$Cinzas (\%) = \frac{mf}{mi} \cdot 100 \quad (3)$$

Em que:

Cinzas = percentagem de cinzas das amostras

mf = massa final das amostras (g).

mi = massa inicial das amostras (g);

3.3.7 Acidez total titulável (ATT)

Foi pesado 1 g da amostra em um becker e adicionado em 100 mL de água destilada e mantido sob agitação por 30 minutos. Em seguida, a mistura foi filtrada em papel Whatman n1, do filtrado retirou-se 20 mL para um erlenmeyer de 250 mL, adicionou-se 3 a 4 gotas do indicador fenolftaleína a 1% logo em seguida a titulação com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 M sob agitação constante até a mudança de coloração persistente com auxílio do peagâmetro até a faixa de pH 8,2-8,4 fosse atingida (AOAC, 2005). A acidez foi calculada pela Equação 4.

$$\text{Acidez} = \frac{Vxfx100}{Pxc} \quad (4)$$

Em que:

V = nº de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1M gasto na titulação

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio 0,1 M

P = g da amostra usada na titulação

c = correção para solução de NaOH, 10 para solução NaOH 0,1 M e 100 para a solução NaOH 0,01 M.

3.3.8 Açúcares redutores (AR)

Foram determinadas seguindo a metodologia descrita por (MILLER, 1959), a qual se baseia na redução do ácido 3,5 dinitro-salicílico a 3-amino-5-nitrosalicílico (DNS), simultaneamente com a oxidação do grupo aldeído do açúcar a grupo carboxílico.

Foram pesados 0,5 g das amostras e adicionado um volume de água de 200 mL. A mistura ficou sob agitação durante 30 minutos. Em seguida, a mistura foi filtrada em papel de filtro qualitativo e do filtrado foi transferido 1 mL para tubos de ensaio contendo 1 ml da solução DNS. Posteriormente, os tubos foram deixados em banho de água fervente por exatamente 5 minutos e imediatamente resfriados em banho de água gelada. Após o resfriamento, foi adicionado 8 mL de água destilada em cada tubo, os quais foram agitados em um vórtex, e em seguida a leitura da absorbância das amostras foi realizada em espectrofotômetro com um foco SP-2000

UV com comprimento de onda ajustado para $\lambda = 540$ nm. Os cálculos foram efetuados expressando os resultados em gramas de açúcares redutores por 100 gramas de amostra inicial ($\text{gAR} \cdot 100 \cdot \text{g}^{-1} \text{amostra}$).

3.3.9 Açúcares totais (AT)

A determinação de açúcares totais foi realizada conforme o método de Miller (1959). Após a diluição das amostras foi feita a hidrólise ácida com a adição de ácido clorídrico (HCl) 2M, seguido de aquecimento por exatamente 5 minutos em banho de água fervente. Após resfriamento, a solução foi neutralizada com hidróxido de sódio (NaOH) 1M. A partir da neutralização foi adotada a mesma metodologia descrita para a determinação de açúcares redutores. A leitura de absorbância das amostras foi feita no espectrofotômetro com comprimento de onda ajustado para $\lambda = 540$ nm. Os cálculos foram efetuados expressando os resultados em gramas de açúcares totais por 100 gramas de amostra inicial ($\text{gAT} \cdot 100 \cdot \text{g}^{-1} \text{ amostra}$).

3.4 COMPOSTOS BIOATIVOS DAS CASCAS DE JABUTICABA *IN NATURA*

Foram determinados nas cascas da jabuticaba *in natura* os seguintes compostos bioativos: compostos fenólicos totais, antocianinas e flavonoides totais, taninos totais, e atividade antioxidante (DPPH e ABTS).

3.4.1 Compostos fenólicos totais

Para a determinação dos compostos fenólicos totais foi utilizado o método colorimétrico de Folin Ciocalteu - Watherhouse (2006) com adaptações. Foi pesado 0,5 g das cascas *in natura* e transferiu-se para balão volumétrico de 50 mL previamente revestido com papel alumínio, adicionou-se água destilada. A escolha pelo uso de água destilada para realização das extrações foi por se tratar de um solvente mais simples e com menor custo. Em seguida homogeneizou-se, ficou em repouso por 30 minutos sob o abrigo da luz. O extrato aquoso foi filtrado utilizando papel Whatman n1 quantitativo. Em um tubo de ensaio com tampa previamente revestido com papel alumínio foi adicionada uma alíquota de 75 μL do filtrado, 2050 μL de água destilada e 125 μL do Reagente Folin Ciocalteu (RFC) 2N, em seguida agitado em agitador de tubos vortex por 30 segundos e deixado em repouso por 5

minutos ao abrigo da luz. Após esse tempo, foi adicionado 250 μL de carbonato de sódio (20%), agitado em vortex e os tubos foram colocados em banho-maria a temperatura de 40 $^{\circ}\text{C}$, por 30 minutos, posteriormente, foi realizada a leitura no espectrofotômetro UV-1800 com duplo feixe da marca SHIMADUZ a $\lambda = 765 \text{ nm}$. A prova em branco foi feita com água destilada, reagente de Folin-Ciocalteu e solução a 20% de Carbonato de Sódio. O ajuste para curva de calibração com padrão Ácido Gálico foi a partir de soluções com concentrações que variaram de 45 a 225 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$. Os valores de compostos fenólicos totais foram expressos em mg de equivalente ácido gálico por 100 g de fruta ($\text{mg AGE}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$). As leituras foram realizadas em triplicata.

3.4.2 Antocianinas (AT) e flavonoides totais (FLAT)

Para determinação destes parâmetros foi utilizado o método do pH único (LEE e FRANCIS, 1972), descrito a seguir: pesou-se 1g das cascas, adicionou-se 25 mL da mistura Etanol-HCl (85:15 v/v), álcool etílico PA e HCl 1,5N (solução extratora) e foi macerada em almofariz por 1 min sob abrigo da luz e transferiu-se para um balão volumétrico de 25 mL previamente revestido com papel alumínio e deixado em repouso sob refrigeração a temperatura de 5-8 $^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, para extração das antocianinas e dos flavonoides totais. Após 24 horas o extrato foi filtrado em papel de filtro quantitativo Whatman n1 e o filtrado foi transferido para um balão volumétrico de 25 mL cujo volume foi completado com a solução extratora (etanol-HCl (85:15 v/v)). Na sequência, procedeu-se a leitura das absorbâncias no comprimento de onda de $\lambda = 374 \text{ nm}$ para os flavonoides totais e $\lambda = 535 \text{ nm}$ para as antocianinas totais, em espectrofotômetro UV-1800 com duplo feixe da marca SHIMADUZ usando solução extratora como branco. Os resultados foram calculados utilizando as equações 5 e 6.

$$\text{Antocianinas totais (mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}) = \frac{FdxAbs}{98,2} \quad (5)$$

$$\text{Flavonóides totais (mg}\cdot 100\text{g}^{-1}) = \frac{FdxAbs}{76,6} \quad (6)$$

Em que:

$Fd = 100 / (\text{massa/volume da diluição})$

98,2 - Coeficiente de Extinção para antocianinas

76,6 - Coeficiente de Extinção para flavonoides

3.4.3 Obtenção do extrato da casca de jabuticaba

O extrato para determinação de taninos totais e atividade antioxidante foi preparado segundo Pansera *et al.*, (2003) com adaptações. Foi pesado 10 g da casca *in natura*, macerada por 1 minuto e transferida para um erlenmeyer de 250 mL previamente revestido com papel alumínio, adicionou-se 50 mL de água destilada e essa mistura foi levada para uma Incubadora SHAKER SL- 223 marca SOLAB, a temperatura de 25 °C, velocidade de 100 rpm durante 2 horas. Em ambiente escuro, foi feita a filtração em papel quantitativo Whatman n1, o filtrado foi transferido para um becker de 100 mL e levado para a estufa com circulação de ar forçada na temperatura de 40 °C ao abrigo da luz, até que evaporasse completamente o solvente, obtendo assim o extrato aquoso sólido.

A determinação dos taninos condensados seguiu a metodologia descrita por MAGALHÃES *et al.*, (1997). Foi pesado 0,5 g do extrato aquoso sólido e diluído com água destilada em balão volumétrico de 10 mL previamente revestido com papel alumínio. Em um tubo de ensaio ao abrigo da luz, foram transferidos 1,0 mL desta solução e marcou-se 20 minutos e iniciou-se a adição de 5 mL da solução Vanilina - HCl ** em cada tubo, em intervalo de um e um minuto de um tubo para outro o qual foi homogeneizado em agitador vórtex. Em seguida, procedeu-se a leitura em espectrofotômetro UV-1800 com duplo feixe da marca SHIMADUZ a $\lambda = 500 \text{ nm}$. A solução controle (branco) foi preparada com 1 mL da amostra e 5 mL de HCl a 4% em metanol, de um em um minuto e homogeneizado.

** Solução de Vanilina - HCl é resultante da mistura de (8% HCl PA em metanol v.v⁻¹ + 2% de vanilina PA em metanol v.v⁻¹) e foi preparada momentos antes de ser utilizada. Para obtenção da curva de calibração foi utilizado a catequina PA, com concentrações variando 20–180 mg.mL⁻¹. Os valores de taninos condensados foram expressos em mg de equivalente de catequina por 100 g de casca (mg CE. 100 g⁻¹).

3.4.4 Taninos totais (TT)

Para determinação dos taninos totais (TT), foi utilizada a metodologia descrita por PANSERA *et al.*, (2003) com modificações. Foi pesado 125 mg das cascas da jaboticaba do extrato obtido na seção 3.4.3, em seguida transferido para um balão volumétrico de 250 mL previamente revestido com papel alumínio no qual adicionou-se água destilada, ao abrigo da luz. Foi retirada uma alíquota de 2 mL dessa solução e transferida para tudo de ensaio com tampa, e adicionou-se 2 mL do reagente de Folin Ciocalteu (RFC) de concentração de 1:10, imediatamente agitou-se em agitador vórtex e foi mantido em repouso por 5 min. Posteriormente foi adicionado 2 mL de uma solução aquosa de carbonato de sódio a 8% (m/v), sendo agitada e depois mantida em repouso ao abrigo da luz por 2 hs. Em seguida, foi feita a leitura no comprimento de onda $\lambda = 725$ nm em espectrofotômetro UV-1800 com duplo feixe da marca SHIMADUZ. Para obtenção das curvas analíticas lineares utilizou-se uma solução estoque de ácido tânico PA com concentração de $100 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ e posterior diluição sequencial variando sua concentração de 5–100 $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$, o branco foi utilizado a cada leitura. O conteúdo de taninos totais foi expresso em $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de ácido tânico.

3.4.5 Atividade antioxidante total (AAT)

A atividade antioxidante foi determinada por dois métodos: do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) e do radical 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico (ABTS), conforme Rufino *et al.*, (2007).

3.4.5.1 Método do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH)

A atividade antioxidante total é baseada na captura do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) por antioxidantes presentes nas amostras. A partir dos resultados obtidos determina-se a percentagem de atividade antioxidante ou seqüestradora de radicais livres e/ou a percentagem de DPPH• remanescente no meio reacional. A percentagem de atividade antioxidante AA (%) corresponde à quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante, sendo que a quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% é

denominada concentração eficiente (EC50), também chamada de concentração inibitória (CI50). A partir do extrato obtido na seção 3.4.3 preparou-se três diluições com concentrações diferentes e em triplicata. Em ambiente escuro, foi transferida uma alíquota de 0,1 mL de cada diluição do extrato para tubos de ensaio contendo 3,9 mL do radical DPPH 0,06 mM e homogeneizou-se em agitador de tubos e procedeu-se a leitura inicial no comprimento de onda de $\lambda = 515$ nm em espectrofotômetro UV-1800 com duplo feixe da marca SHIMADUZ. Aguardou-se 30 minutos tempo necessário para estabilização da absorbância final, e procedeu-se a segunda leitura. Foi colocado em tubo protegido da luz 0,1 mL da solução controle (40 mL de solução de álcool etílico (50% v.v⁻¹) + 40 mL de solução de acetona 70% v.v⁻¹ + 20 mL de água destilada) mais 3,9 mL do radical DPPH. Em seguida homogeneizou-se em agitador de tubo e procedeu-se a leitura da solução controle a 515 nm. Foi utilizado o álcool etílico como branco para calibrar o espectrofotômetro. Uma curva padrão foi feita a partir da solução inicial de DPPH (0,06mM) com concentrações variando de 10 μ M – 60 μ M. A atividade antioxidante foi determinada pela Equação 7.

$$AA (\%) = \{(Abs \text{ controle} - Abs \text{ amostra}) \times 100 / Abs \text{ do controle}\} \quad (7)$$

Em que:

Abs – Absorbância.

3.4.5.2 Método do radical 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-acido sulfônico (ABTS•)

A atividade antioxidante por este método foi expressa segundo a sua equivalência ao Trolox (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrameticromono-2-carboxílico), um antioxidante sintético hidrossolúvel análogo a vitamina E. A técnica colorimétrica é baseada na reação entre o ABTS (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolinaacido6-sulfonico-diamonio) com persulfato de potássio (K₂S₂O₈) que produz o radical cátion ABTS⁺, de coloração verde/azul. A adição de substâncias contendo antioxidantes a este radical cátion pré-formado o reduz novamente a ABTS e a descoloração é avaliada por meio de espectrofotometria em 734 nm. O preparo do radical ABTS foi obtido a partir da reação de 5 mL da solução de ABTS 7 mM e 88 μ L de persulfato de

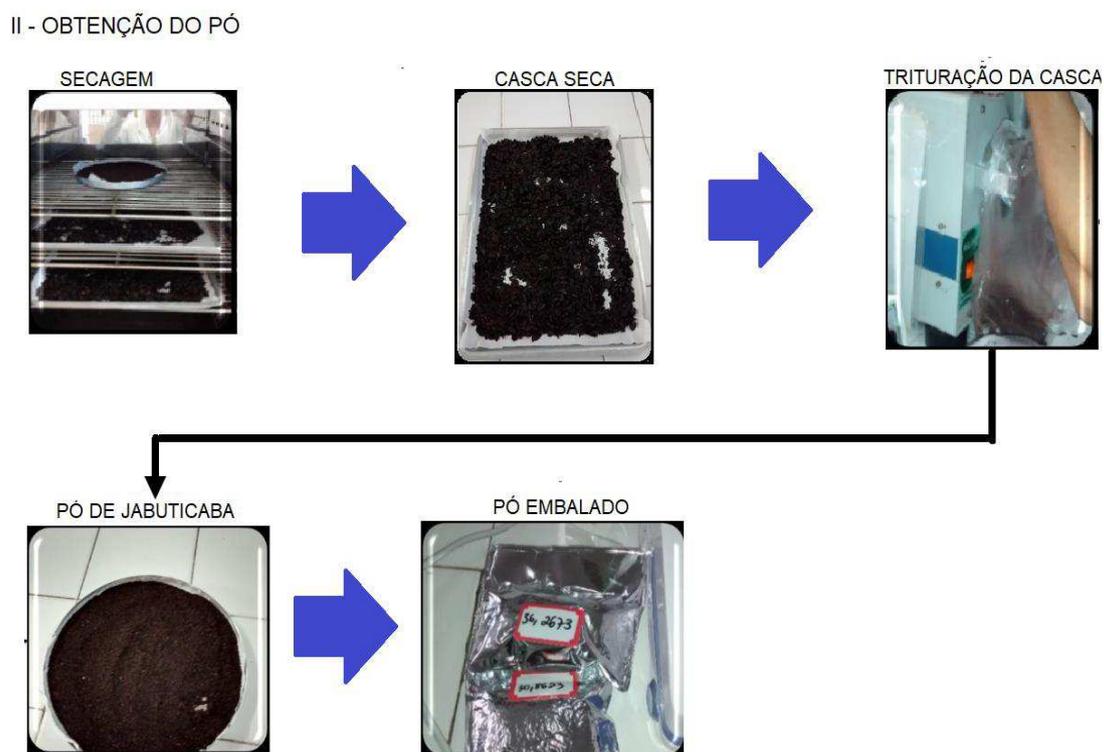
potássio a 140 mM. Esta mistura permaneceu em repouso por 16 h ao abrigo da luz para a geração do cátion cromóforo ABTS^{•+}. Em ambiente escuro a solução do cátion foi diluída em álcool etílico PA (preparada e utilizada somente no dia da análise) e procedeu-se leitura até obter uma absorbância $0,70 \pm 0,05$ em $\lambda = 734$ nm.

A partir do extrato obtido no item 3.4.3, preparou-se três diluições com concentrações diferentes, em triplicata. Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 30 μ L de cada diluição do extrato para tubos de ensaio contendo 3,0 mL do radical ABTS, e homogeneizou-se em agitador de tubos. Após 6 minutos realizou-se a leitura a $\lambda = 734$ nm em espectrofotômetro UV-1800 com duplo feixe da marca SHIMADUZ. Para o branco foi usado o álcool etílico para calibrar o espectrofotômetro. A quantificação da atividade antioxidante total foi realizada a partir de uma curva analítica de Trolox (100 - 2000 μ mol) nas mesmas condições das amostras, e os resultados foram expressos em μ mol TEAC de Trolox.g⁻¹ (TEAC – Capacidade antioxidante equivalente a Trolox).

3.5 OBTENÇÃO DO PÓ DA CASCA DE JABUTICABA

As cascas de jabuticaba foram pesadas e colocadas em bandejas de alumínio e secas em estufa com circulação de ar forçada com velocidade de 1 m.s⁻¹ (fabricante MARCONI, modelo MA048), nas temperaturas de 45, 50 e 55 °C até massa constante. Após a secagem, as cascas foram moídas em moinho de facas de bancada (fabricante TECNAL), visando aumentar a área interfacial, assegurando melhor extração dos compostos bioativos presentes nas infusões (chá). Em seguida, as cascas secas moídas denominadas de pó de jabuticaba, foram acondicionadas em embalagens a vácuo, laminadas compostas por duas camadas, uma de PET-met (Poliéster - polietileno tereftalato metalizado) com espessura de 12 μ m, identificadas nas respectivas temperaturas de secagem e armazenada em temperatura ambiente ao abrigo da luz, conforme Figura 11.

Figura 11 – Etapas de obtenção do pó da casca de jabuticaba



3.5.1 Rendimento da casca seca em relação ao fruto inteiro

O rendimento da casca de jabuticaba seca em relação ao fruto inteiro foi determinado utilizando a Equação 8.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{mu - mcs}{mu} * 100 \quad (8)$$

Em que:

mu = massa da casca úmida

mcs = massa casca seca

3.5.2 Composição centesimal, caracterização física e físico-química do pó da casca da jabuticaba

As amostras dos pós foram submetidas as seguintes análises: composição centesimal: teor de água, cinzas, proteína, lipídeos e carboidratos por diferença.

Analises físicas, sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix), cor, atividade de água e físico-químicas: pH, teor de água, cinzas, acidez titulável total, açúcares redutores (AR), açúcares totais (AT).

3.5.2.1 Teor de água

Foram pesadas 2 g do pó da casca de jabuticaba em cápsulas de porcelana previamente taradas. As cápsulas contendo as amostras foram colocadas na estufa a 105 $^{\circ}$ C até massa constante. Em seguida foram resfriadas em dessecador até alcançar a temperatura ambiente e pesadas em balança analítica (AOAC, 2005). O teor de água, expressa em base úmida, foi calculada pela Equação 9.

$$U(\%) = \frac{m_i - m_f}{m_i} * 100 \quad (9)$$

Em que:

U = umidade em base úmida;

m_i = massa inicial das amostras (g);

m_f = massa final das amostras (g).

3.5.2.2 Cinzas

A quantidade de cinzas foi determinada através da incineração da amostra em mufla aquecida a 550 $^{\circ}$ C, até a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branca acinzentada (AOAC, 2005). As cinzas foram calculadas pela Equação 10.

$$Cinzas (\%) = \frac{m_f}{m_i} . 100 \quad (10)$$

Em que:

Cinzas: percentagem de cinzas das amostras

m_f = massa final das amostras (g).

m_i = massa inicial das amostras (g);

3.5.2.3 Proteínas

O teor de proteína bruta foi determinado pelo método semi-micro Kjeldahl com adaptação para nitrogênio (N), por espectrofotometria UV-visível a 410 nm, segundo o método descrito em Le Poidevin e Robinson (1964). Foram pesados 0,1 gramas das amostras e transferidas para tubos de ensaios. Em seguida foram acrescentados 50 mg de sulfato de sódio, 7 a 10 gotas de sulfato de cobre a 5% e 5 mL de ácido sulfúrico PA. Os tubos foram levados à placa digestora para serem aquecidos gradativamente até a temperatura de 350°C. Em seguida foram deixados nesta temperatura até que a solução apresentasse coloração verde claro. Após resfriamento das amostras digeridas, o conteúdo dos tubos foi transferido com o auxílio de água destilada para balões volumétricos de 100 mL os quais foram aferidos. Dos balões de 100 mL, foram retirados 1 mL das amostras e colocados em outros balões volumétricos de 50 mL, nos quais foram adicionados 1 mL de hidróxido de sódio a 10%, 1 mL de silicato de sódio a 20% e 2 mL do reativo de Nessler. Os balões volumétricos de 50 mL foram aferidos com água destilada e deixados em repouso por 30 minutos. Após esse período foram realizadas as leituras em espectrofotômetro num comprimento de onda de 410 nm. Paralelamente foram feitas amostras em branco sem colocar 0,1 gramas das amostras. O teor de proteína bruta (%) das amostras foi calculado através da Equação 11.

$$\% \text{ Proteínas} = (ABS_{\text{amostra}} - ABS_{\text{branco}}) * f * 6,25 \quad (11)$$

Em que:

ABS_{amostra} - Leitura da absorbância da amostra;

ABS_{branco} - Leitura da absorbância do branco;

f - valor do fator da curva.

3.5.2.4 Lipídeos

A extração dos lipídeos do pó da casca de jabuticaba foi realizada utilizando o aparelho Soxhlet, colocando 10 g da amostra e éter de petróleo como solvente de arraste em cartucho na temperatura de 63 °C por aproximadamente 8 horas, conforme metodologia descrita por AOAC (2005).

3.5.2.5 Carboidratos

Os carboidratos totais foram calculados por diferença (100 menos a soma das percentagens dos teores de água, lipídeos, proteínas e cinzas).

3.5.3 Análises físicas dos pós da casca de jabuticaba nas temperaturas de 45, 50 e 55 °C.

Os sólidos solúveis totais (°Brix), cor e atividade de água foram determinados conforme metodologias descritas nas seções 3.3.1 a 3.3.3.

3.5.4 Análises físico-químicas do pó

As análises físico-químicas realizadas no pó da casca de jabuticaba foram: pH, teor de água, cinzas, acidez titulável total, açúcares redutores (AR) e açúcares totais (AT) de acordo com as metodologias descritas nas seções 3.3.4 a 3.3.9.

3.6 COMPOSTOS BIOATIVOS DO PÓ

Os compostos fenólicos totais, antocininas e flavonoides totais foram determinados conforme metodologias descritas nas seções 3.4.1 e 3.4.2.

Após os resultados obtidos dos compostos bioativos nas respectivas temperaturas de secagem 45, 50 e 55 °C foi feita a seleção do pó considerando a temperatura que preservou a maior quantidade destes constituintes. Em seguida foram realizadas as propriedades tecnológicas, análises físicas, físico-químicas, compostos bioativos e atividade antioxidante (DPPH e ABTS) conforme metodologias descritas nas seções de 3.4.1 a 3.4.5.2 com exceção do preparo da amostra a qual se pesou aproximadamente 5 g devido a mesma ser desidratada, e consequentemente, está com seus compostos mais concentrados.

3.7 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DO PÓ DA CASCA DE JABUTICABA

3.7.1 Higroscopicidade

A higroscopicidade do (pó) de jabuticaba foi determinada de acordo com a metodologia descrita por Cano-Chauca *et al.*, (2005). Foram pesadas 1 g do pó, em triplicata, individualmente foram depositadas em placas de Petri e acondicionadas em ambiente hermético contendo uma solução saturada de NaCl com umidade relativa em torno de 75% e mantidas a 25 °C durante 10 dias. Após esse período as amostras foram pesadas e a higroscopicidade expressa em gramas de umidade por 100 g de massa seca da amostra.

3.7.2 Solubilidade

A solubilidade foi determinada pelo método de Eastman e Moore (1984). Em um becker contendo 1 g do pó, foi cuidadosamente adicionado 100 mL de água destilada, essa mistura foi mantida em agitação por 5 minutos em agitador magnético. Posteriormente, uma alíquota de 25 mL da solução foi retirada, filtrada em papel de filtro previamente seco e tarado, e conduzido à estufa a 105 °C, até massa constante. A solubilidade foi calculada pela diferença de peso e expressa em $g \cdot 100. g^{-1}$.

3.7.3 Massa específica real (ρ_r)

A massa específica real (ρ_r) foi determinada a partir da relação entre a massa e o volume da amostra, determinado pelo deslocamento de um fluido (óleo de cozinha) em uma proveta graduada. Utilizou-se óleo porque é um líquido viscoso, capaz de cobrir a superfície das partículas sem penetrar em seus poros. Além disso, o óleo não dissolve o resíduo sendo, portanto, adequado à medição do volume total das partículas. Inicialmente, o óleo foi colocado na proveta e seu volume foi lido (V_1). A seguir, foram colocados em cada proveta contendo o óleo, 100 gramas de cada resíduo seco. Pela ação da gravidade, as partículas do resíduo foram depositadas no fundo da proveta, deslocando o óleo. Após total deposição, foi feita a leitura do novo volume indicado pelo nível do óleo (V_2). A diferença ($V_2 - V_1$) foi

denominada de volume deslocado. A massa específica real (ρ_r) foi calculada pela Equação 12.

$$\rho_r = \frac{mA}{(V_2 - V_1)} \quad (12)$$

Em que:

ρ_r = massa específica aparente ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)

mA = massa da amostra (g)

$(V_2 - V_1)$ = Volume deslocado (cm^3)

3.7.4 Massa específica aparente (ρ_a)

Para determinação da massa específica aparente (ρ_a) foi utilizado a metodologia descrita por POLESI (2009). Foram pesados 100 gramas do pó e colocados separadamente em provetas, nas quais foram lidos os volumes ocupados por cada amostra. Os pós foram adicionados suavemente para evitar compactação. A massa específica aparente (ρ_a) foi calculada pela Equação 13.

$$\rho_a = \frac{m}{V} \quad (13)$$

Em que:

ρ_a = massa específica aparente ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)

m = massa do pó (g)

V = Volume total ocupado (cm^3)

3.7.5 Granulometria

Foram pesados em balança analítica 50 gramas do pó e colocados em uma série de peneiras com malhas de 14 mesh (1180 μm), 20 mesh (840 μm), 35 mesh (425 μm), 42 mesh (355 μm), 60 mesh (250 μm), 115 mesh (125 μm), e 170 mesh (90 μm) e transferidas para o agitador de peneiras Produteste, com o reostato na posição 80, durante 20 minutos, conforme as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1984). O material retido em cada peneira foi pesado em balança semi-analítica com precisão $\pm 0,01$.g e os resultados expressos em percentuais em relação ao peso do material original.

3.7.6 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A morfologia das partículas do pó de jabuticaba foi analisada usando microscópio eletrônico de varredura JEOL mod. JSM-6360 LV, acoplado com EDS – Análise de Energia dispersiva, do Laboratório de Avaliação e Desenvolvimento de Biomateriais do Nordeste, pertencente ao Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Campina Grande – Paraíba. As amostras em pó foram depositadas em um suporte metálico coberto por uma fita de carbono com a finalidade de sustentar a amostra e de melhorar a condução do feixe de elétrons. A visualização foi realizada em aumentos de 1000 e 2000 vezes, com uma voltagem de excitação de 15 kV.

3.8 ARMAZENAMENTO DO PÓ DA CASCA DE JABUTICABA

No início do armazenamento (tempo zero) e a cada 30 dias, durante 180 dias, foi realizado o acompanhamento da estabilidade das amostras em pó por meio de análises, físico-químicas (teor de água, cinzas, atividade de água, cor, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis (^oBrix), açúcar redutor, açúcar total) e dos compostos bioativos (fenólicos, antocianinas, flavonoides, taninos totais e atividade antioxidante). As análises foram realizadas de acordo com as metodologias descritas nas seções 3.3.1 – 3.4.5.2.

3.9 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO PÓ DURANTE O ARMAZENAMENTO

De acordo com a Resolução RDC nº12 (BRASIL, 2001), as frutas, produtos de frutas e similares desidratados, secos ou liofilizados devem obedecer ao seguinte padrão:

- Bactérias do grupo coliformes a 45 °C: máximo 100 NPM . g⁻¹.
- Salmonella*: deve apresentar ausência em 25 g da amostra;

As análises microbiológicas foram realizadas no início (tempo zero) e ao final de 180 dias de armazenamento, de acordo com a Food and Drug Administration – FDA (1995) e RDC no 12 (Brasil, 2001) e número mais provável de coliformes a 35 e 45 °C, bolores e leveduras e pesquisa de *Salmonella ssp*, de acordo com o método referido em APHA (2001).

3.9.1 Obtenção das diluições

De cada amostra foram coletadas assepticamente 1 g, as quais foram transferidas para 9 mL de água salina peptonada a 1% estéril e homogeneizado, correspondendo a primeira diluição 10^{-1} , para as demais diluições foi retirado 1 mL da inicial para 9 mL do diluente. Essas diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} foram usadas para posterior procedimento microbiológico (APHA, 2001).

3.9.2 Coliformes a 35 e a 45 °C

O pó foi diluído em solução salina a 0,85% inicialmente na proporção 1:10, a partir da qual foi sequencialmente diluída até obter-se a concentração de 10^{-3} . Alíquotas de cada diluição obtida foram adicionadas em triplicata em tubos, contendo 10 mL do meio de cultura caldo verde brilhante bile lactose (VBBL) e tubo de Durham invertido. Os tubos foram incubados a 35 °C, por até 24 horas. Considerou-se resultado positivo, os tubos de Durham que apresentaram gás no seu interior. Os tubos que apresentaram resultado positivo foram posteriormente repicados para meio de cultura em caldo EC contendo tubo de Durham invertido, e incubados a 45 °C, o resultado foi expresso em NMP de coliformes.g⁻¹(SILVA et al, 2010).

3.9.3 Bolores e Leveduras

Foram utilizadas placas de Petri com meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA) incubadas por 3 dias em temperaturas de 35°C ±1, sendo posteriormente contadas as colônias existentes. Os resultado foram expressos em UFC. g⁻¹ (APHA, 2001).

3.9.4 Salmonella sp

Foram pesados 25 g do pó e diluídos em 225 g de água peptonada a fim de se obter diluição 10^{-1} . A diluição foi incubada em estufa bacteriológica a 35 °C por 24 horas para enriquecimento. Com o auxílio de alça de platina, foi retirada uma

alíquota da amostra diluída e estriada em meio diferencial para *Salmonella* sp Raj Hans (Himedia, Mumbai, Índia). Este meio diferencia espécies de *Salmonella* de outras espécies entéricas e o resultado foi expresso como Ausência ou Presença de *Salmonella* sp (SILVA *et al.*, 2010).

3.10 INFUSÃO DO PÓ (CHÁ)

Foi realizado um planejamento experimental fatorial 2^3 com três repetições no ponto central, totalizando 11 ensaios para avaliar a influência das variáveis de entrada (massa, tempo e temperatura) sobre a variável resposta: compostos fenólicos totais, conforme a Tabela 3, objetivando identificar a melhor condição de extração destes compostos na infusão.

A Tabela 3 exibe os níveis reais e codificados do planejamento. A massa mínima de 3 gramas, o tempo mínimo de 3 minutos e a temperatura máxima de 100 °C foi baseado no recomendado nas caixas de chá comercializadas no mercado.

A infusão (chá) foi preparada colocando os valores das massas do pó da casca de jabuticaba em uma xícara com 150 mL de água destilada nas temperaturas e nos respectivos tempos, conforme a Tabela 3. A partir dos melhores resultados obtidos dos compostos fenólicos totais nas infusões, foi selecionada a condição que apresentou o maior teor destes constituintes.

Tabela 3 - Matriz de planejamento fatorial 2^3 com 3 repetições no ponto central para o processo de infusão.

Ensaio	Massa (g)	Tempo (min.)	Temp.(°C)
1	1 (-1)	3 (-1)	80 (-1)
2	2 (+1)	3 (-1)	80 (-1)
3	1 (-1)	7 (+1)	80 (-1)
4	2 (+1)	7 (+1)	80 (-1)
5	1 (-1)	3 (-1)	100 (+1)
6	2 (+1)	3 (-1)	100 (+1)
7	1 (-1)	7 (+1)	100 (+1)
8	2 (+1)	7 (+1)	100 (+1)
9	1,5 (0)	5 (0)	90 (0)
10	1,5 (0)	5 (0)	90 (0)
11	1,5 (0)	5 (0)	90 (0)

Para análise de regressão dos dados experimentais do planejamento experimental foi utilizado o programa STATÍSTICA 5.0.

3.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados obtidos experimentalmente foi feita utilizando delineamento inteiramente casualizado (DIC) no software ASSISTAT versão 7.5 Beta (SILVA E AZEVEDO, 2002), com o uso da comparação entre médias por meio do teste Tukey.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA CASCA DE JABUTICABA *IN NATURA*

Os resultados obtidos da caracterização físico-química da casca de jabuticaba *in natura* estão expressos na Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização físico-química da casca de jabuticaba *in natura*.

Parâmetros	Valores médios \pm DP
Teor de água % (b.u.)	82,93 \pm 1,79
SST ($^{\circ}$ Brix)	33,33 \pm 1,15
Acidez Total Titulável (g ácido cítrico.100. g ⁻¹)	1,85 \pm 0,04
pH	4,15 \pm 0,04
Cinzas (g. 100. g ⁻¹)	0,61 \pm 0,06
Açúcares Redutores (g.100. g ⁻¹)	9,51 \pm 1,77
Açúcares Totais (g. 100. g ⁻¹)	11,28 \pm 0,22
Atividade de água (a _w)	0,98 \pm 0,02
Luminosidade (*L)	13,71 \pm 0,015
Intensidade de vermelho (*a)	6,713 \pm 0,012
Intensidade de azul (*b)	4,18 \pm 0,020

Observa-se que o teor de água da casca de jabuticaba *in natura* apresentou valor acima de 80% devido a grande quantidade água presente, sendo similar ao encontrado por Lima *et al.*, (2008) quando caracterizou os frutos de jabuticaba e suas frações, obtendo 84,24% de umidade na casca da variedade Sabará. Já Wu *et al.*, (2013), estudaram os benefícios dos fitoquímicos presentes na casca de jabuticaba, relataram valor superior ao reportado neste estudo, encontraram teor de 87,1%. Lenquiste *et al.*, (2015) registraram valores superiores de 86,12% para teor de água da casca de jabuticaba Sabará proveniente da região de Campinas no estado de São Paulo. Valores similares a este estudo foram encontrados por Santos *et al.*, (2011) ao caracterizar 7 variedades de uvas produzidas no Vale do São Francisco, mencionaram que ocorreu variações entre 79,8 e 86,0%, afirmando que esta diferença pode estar associada a espécie e região.

O teor de sólidos solúveis totais apresentou valor 2,7 vezes superior ao encontrado por Alezandro *et al.*, (2013a), caracterizando as cascas de jabuticaba da espécie Sabará em 5 estádios de maturação, encontraram 12,4 °Brix e afirmaram que ocorreu um aumento de sólidos solúveis com o amadurecimento do fruto como já era esperado. Seraglio *et al.*, (2018) avaliaram os sólidos solúveis de três frutos (jabuticaba, jambolão e guabiju) em dois estádios de maturação e encontraram maiores teores na jabuticaba completamente maduras, o valor foi 14,0 °Brix.

Teores inferiores foram observados por Curi *et al.*, (2018) quando analisaram os sólidos solúveis da casca de jabuticaba destinada a produção de geleias mistas e encontraram valor de 12,0 de °Brix nos frutos completamente maduros.

Os diferentes valores de SST encontrados podem estar associados às diferenças no clima, solo, intensidade de luz, colheita e acondicionamento.

O teor da acidez titulável total foi superior aos reportados por Lima *et al.*, (2008), de 1,37 e 1,67 g de ácido cítrico.100 g⁻¹ para variedades de jabuticaba Sabará e Paulista respectivamente. Ferreira *et al.*, (2018), analisando a acidez de bebida hidroeletrólítica a base de jabuticaba, encontraram valor inferior de 0,97 g de ácido cítrico. 100. g.-1.

Em relação ao pH, o valor obtido se aproximou aos reportados por Alezandro *et al.*, (2013a) ao caracterizar cascas de jabuticaba da variedade Sabará, econtraram valor de pH de 4,08. O nível de pH apresentado na casca de jabuticaba *in natura* está abaixo de 4,5, indicando que nesta faixa o desenvolvimento de micro-organismos patogênicos e deterioradores são retardados, consequentemente as alterações causadas por estes (FRANCO E LANDGRAF, 2008).

Os níveis de cinzas foram próximos ao encontrado por Galloni *et al.* (2015) de 0,58%, ao estudar os macronutrientes e composição da casca fresca de jabuticaba da variedade *Plinia sp.* Dametto (2014) registrou 0,51% ao avaliar os compostos bioativos da casca e da farinha da casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) para posterior aplicação em biscoito tipo *cookie*, do mesmo modo Dessimoni-Pinto *et al.*, (2011) reportaram níveis de 0,54% ao caracterizar cascas de jabuticabas destinadas a produção de geléia.

Alezandro *et al.*, (2013a) ao cacterizar a casca de jabuticaba, relataram que uma porção de 100 g, aproximadamente 15 unidades de cascas, fornece entre 10 e 15% da ingesta diária recomendada (IDR) de cobre, manganês e potássio. Estes autores afirmaram que a casca de jabuticaba é uma fonte alternativa de minerais,

com destaque para o potássio, essencial na mobilidade cardíaca, o magnésio que se acumula na casca, desempenhando um papel importante na mudança de cor da fruta e o fósforo o qual ocorre na forma de fitina, composto que funciona como reservatório deste mineral para germinação da planta, além dos minerais de ferro, manganês e cobre.

Os açúcares redutores e totais apresentaram valores inferiores aos reportados por Lima *et al.*, (2011) que ao analisar a composição dos açúcares, nas três frações do fruto da jabuticaba da espécie Sabará, encontraram na casca, 33,24 e 38,93 g.100 g⁻¹ para açúcares redutores e totais respectivamente. Os autores consideraram os valores elevados e atribuíram os resultados a parte da polpa que permaneceu aderida a casca. Quantidades superiores foram observados por Alezandro *et al.*, (2013a) quando avaliaram três frações do fruto da jabuticaba Sabará, os resultados para a casca foi de 24,30 e 43,4 g.100. g⁻¹ para açúcares redutores e totais respectivamente. Teores menores de açúcares redutores foram encontrados por Souza *et al.*, (2015) quando trabalharam com amora-preta em 3 estágio de maturação, com 6,97, 8,56 e 8,64 mg.100. g⁻¹ para frutos no início, fase intermediária e completamente maduros respectivamente. A diferença dos resultados obtidos neste trabalho, provavelmente deve-se a uma separação e lavagem mais adequada das frações da amostra, bem como o clima e região, resultando em diminuição das quantidades dos açúcares.

Analisando o parâmetro de cor, foi possível observar que a coloração da casca em relação a luminosidade que traduz o brilho com o valor de L* 13,71, indicou a amostra com baixa luminosidade, já as cromaticidades expressas por a* 6,71 que se encontra na região do vermelho e b* 4,18, tendendo para azul, definiu visualmente a cor da casca de jabuticaba, como preta azulada. Valores próximos foram reportados por Curi *et al.*, (2018) que utilizaram os parâmetros de cor para avaliar o potencial de processamento das cascas de jabuticaba na preparação de geléias, encontraram para luminosidade L* 12,53, as cromaticidades de a* 6,713 e b* -4,03, como os melhores valores para identificar o estágio de maturação da jabuticaba, além de revelar que a cor está relacionada com o teor em antocianinas, com maior presença na casca do fruto. Por outro lado, diferenciaram dos reportados por Abe *et al.*, (2012) com índices de L* 18,71, a* 4,50 e b* 5,99 para casca de Jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba*), a qual foi classificada como cor púrpura.

4.2 ANÁLISE DOS COMPOSTOS BIOATIVOS

Os resultados obtidos dos compostos bioativos e da atividade antioxidante da casca de jabuticaba *in natura* estão listados na Tabela 5.

Tabela 5 - Compostos bioativos e atividade antioxidante da casca *in natura*.

Parâmetros	Valores médios \pmDP
CFT Compostos fenólicos totais (mg GAE.100 g ⁻¹)	958,22 \pm 5,56
AT (Antocianinas totais (mg.100 g ⁻¹)	29,66 \pm 0,50
FLAT (mg .100. g ⁻¹)	67,29 \pm 0,53
TT (mg ácido tânico .100. g ⁻¹)	477,01 \pm 4,13
DPPH (% AAT)	37,38 \pm 2,58
DPPH EC 50 (mg.L ⁻¹)	120,78 \pm 3,46
ABTS (μ M TEAC g ⁻¹)	394,44 \pm

Os dados estão apresentados pelas médias \pm desvio padrão (n= 3). CFT – Compostos fenólicos Totais GAE – Equivalente de Ácido Gálico (bu). FLAT - Flavonoides totais. AAT- Atividade Antioxidante Total (bu). EC 50 – Concentração Eficiente. TEAC – Capacidade Atioxidante em Equivalente de Trolox (bu).

Mediante os resultados da Tabela 5, observa-se que os valores médios de compostos fenólicos totais foram inferiores aos reportados por Seraglio *et al.*, (2018) quando caracterizaram a casca de jabuticaba encontraram valores de compostos fenólicos totais de 1.443,63 mg GAE. 100 g⁻¹. Valor próximo a este estudo foi observado por Dessimoni-Pinto *et al.*, (2011) quando analisaram cascas *in natura* destinadas para produção de geleia de jabuticaba, encontraram valores de 1006,44 mg GAE. 100 g⁻¹. Batista *et al.*, (2014) encontraram valor médio de 113,80 mg GAE. 100 g⁻¹ avaliando o efeito da ingesta de casca de jabuticaba liofilizada no combate a obesidade em ratos. Já Leite-Legatti *et al.*, (2012) relataram valores médios de 556,3 g GAE. Kg⁻¹ ao analisar os efeitos antiproliferativos da casca de jabuticaba.

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a casca de jabuticaba é rica em fenólicos, entretanto, a diferença nas quantidades obtidas de fenólicos pode estar relacionada com as variações entre as espécies, região, solo e clima, bem como a metodologia e solventes utilizados.

Ao quantificar as antocianinas totais, observou-se que o valor médio obtido neste estudo está na faixa reportada por Alezandro *et al.*, (2013a) que exibiram

valores médios de antocianinas totais que variaram entre 4,9 a 147 mg .100 g⁻¹ e verificaram que a concentração de antocianinas aumentou com o estágio de maturação. Por outro lado, foi superior aos obtidos por Lima *et al.*, (2011) que ao avaliar as frações (polpa, casca, semente e fruto inteiro) de duas espécies de jabuticaba, mencionaram que os maiores teores de antocianinas foram encontrados nas cascas, com conteúdos de 15,85 e 20,57 mg. g⁻¹ para as variedades Paulista e Sabará respectivamente.

Goldmeyer *et al.*, (2014) analisaram as propriedades físico-químicas do bagaço de mertilo e encontraram valor de 57,32 mg .100. mg .100. g⁻¹ de antocininas totais. Brito *et al.*, (2017) registraram teor médio de 65,2 AT mg. 100 g⁻¹ em polpa de jambolão e consideraram o fruto como uma fonte promissora de antocianinas e de pigmento natural.

Os dados obtidos neste estudo corroboram com os de Alezandro *et al.*, (2013a) quando analisaram os teores de antocininas totais da casca de jabuticaba e encontraram valores médios entre 4,9 a 147 mg .100 g⁻¹.

Com relação aos flavonoides, verificou-se que o conteúdo obtido neste estudo foi inferior aos reportado por Silva *et al.*, (2014) ao quantificar os compostos bioativos em polpas e subprodutos de frutas tropicais do Brasil, encontraram para polpa de cereja (102,45 mg. 100. g⁻¹), casca cereja (207,87 mg. 100. g⁻¹) e casca de acerola (98,05 mg. 100.g⁻¹).

Analisando os dados de taninos totais, observa-se que a casca *in natura* apresentou teor elevado, este resultado provavelmente está associado à adstringência presente na casca de jabuticaba *in natura*.

Os resultados dos bioativos da casca de jabuticaba *in natura* da espécie Sabará demonstraram ser rica em compostos fenólicos, dentre eles, antocianinas e flavonoides, reforçando que a composição de resíduos industriais possui quantidades consideráveis de substâncias bioativas com propriedades antioxidantes.

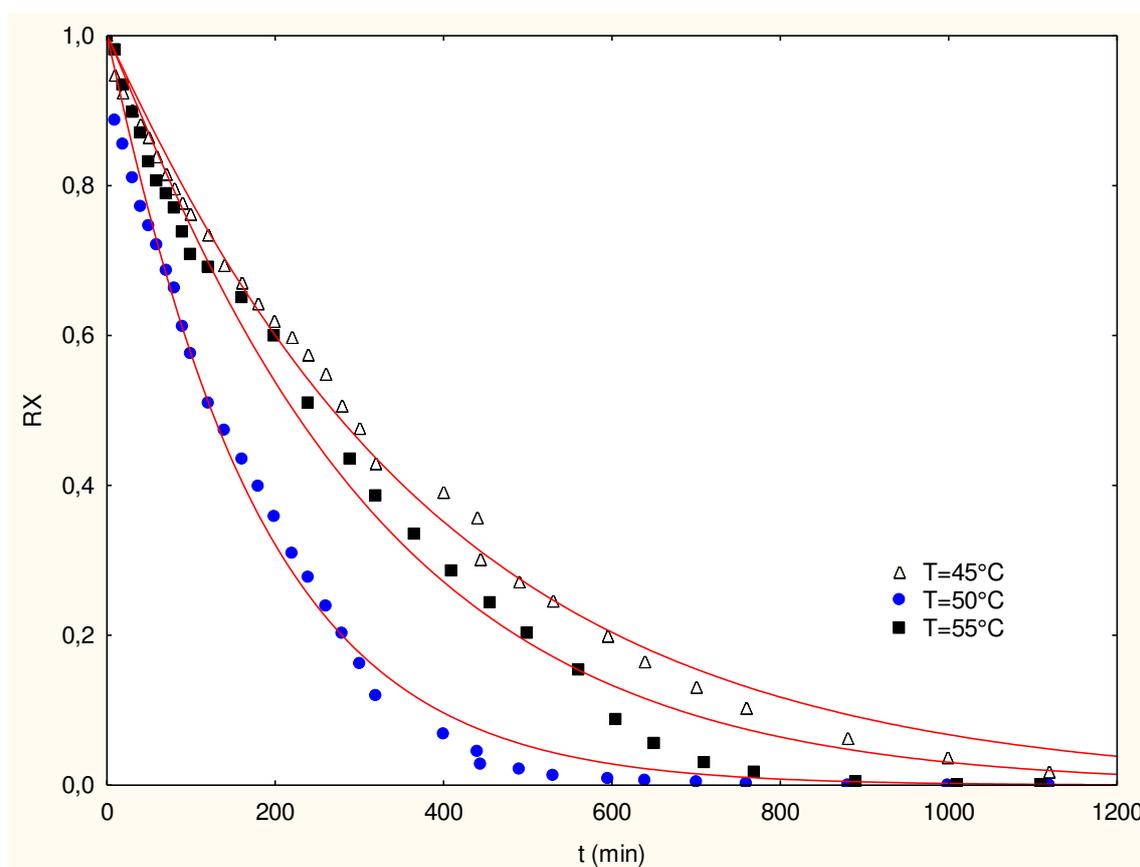
Os teores de atividade antioxidante em EC50 foi semelhante ao encontrado por Denardin *et al.*, (2015) ao caracterizar 6 frutas, pitanga (amarela e vermelha), araçá, butiá e amora (vermelha e preta) e suas frações (casca, polpa e bagaço) cujos resultados revelaram que a polpa de pitanga vermelha apresentou atividade antioxidante de DPPH 121,85 EC50 mg.L⁻¹. Batista *et al.*, (2014) avaliaram as frações de jambo vermelho e sua frações (polpa e casca) e encontraram o maior poder antioxidante na casca com valor de DPPH IC50 de 29,88 mg.L⁻¹.

Rufino *et al.*, (2010), avaliaram o poder antioxidante de 18 frutas tropicais e verificaram que o camu camu apresentou o maior poder antioxidante com valor de ABTS de 394,44 μmol de Trolox. g^{-1} próximo ao obtido neste estudo.

4.3 SECAGEM DA CASCA DE JABUTICABA

Na Figura 12 estão exibidas as curvas de secagem da casca de jabuticaba nas temperaturas de 45, 50 e 55 °C, na forma adimensional de umidade (razão de umidade) em função do tempo. O modelo de Page foi escolhido por ser mais adequado para descrever a cinética de secagem em alimentos, sobretudo nas condições estudadas.

Figura 12 – Curvas de secagem da casca de jabuticaba nas temperaturas de 45, 50 e 55 °C.



Pode-se observar que as curvas de secagem apresentam um período de taxa decrescente para as temperaturas estudadas de 45, 50 e 55 °C, cujos tempos foram

1440, 1000 e 900 minutos respectivamente. No início do processo, verifica-se que a perda de massa é mais rápida, devido a grande quantidade de água presente na superfície sendo evaporada com facilidade. A partir desse momento, ocorre uma redução gradativa durante todo o processo. Com o aumento da temperatura do ar de secagem observa-se uma maior taxa de remoção de água do produto, este comportamento evidencia a influência da temperatura do ar de secagem sob a cinética de secagem de alimentos. Esse comportamento corrobora com o relatado por Santos *et al.*, (2018) quando trabalharam com a polpa de jabuticaba.

É importante ressaltar que as temperaturas utilizadas no processo de secagem devem ser estudadas, tendo em vista que as substâncias fenólicas tais como as antocianinas presentes nas cascas de jabuticaba podem sofrer degradação.

Alves *et al.*, (2014a) secaram cascas de jabuticaba em estufa com circulação de ar em três temperaturas, 30, 45 e 60 °C, afirmaram que a perda de umidade foi mais rápida no início do processo e continuou gradativamente até atingir aproximadamente 20% do teor de água. Os autores verificaram que a maior preservação dos constituintes químicos, nutricionais e antioxidantes foi na temperatura de 45 °C.

Na Tabela 6 estão apresentados os valores estimados dos parâmetros e coeficientes de determinação do modelo de Page para as três diferentes temperaturas estudadas. Observa-se que a 45 e 50 °C a constante “K” que está relacionada com a taxa de secagem foi maior com o aumento da variação de 5 °C de temperatura, já a 55 °C isso não ocorreu, podendo ser um indicativo de mudança de mecanismo, ou seja, devido o aumento de temperatura há uma interação entre os constituintes da matéria de forma a dificultar a saída desta água.

Segundo Azzouz *et al.*, (2002) o parâmetro “n” é função da velocidade do ar de secagem e do teor de água inicial do produto no modelo de Page, o qual aumentou com o aumento da temperatura. O modelo de Page pode ser utilizado para representar o processo de secagem para a casca de jabuticaba, pois apresentou coeficiente de determinação (R^2) superior a 0,99.

Tabela 6 - Parâmetros e coeficientes de determinação (R^2) do modelo de Page ajustado às curvas de secagem para a casca da jaboticaba.

Modêlo	Temperatura (°C)	Parâmetros		
		K^1	n	R^2
Page	45	0,0021	1,034	0,996
	50	0,0045	1,044	0,997
	55	0,0021	1,0700	0,994

K – parâmetro do modelo e t – tempo (minutos).

4.4 RENDIMENTO

Na Tabela 7 estão expressos os rendimentos da casca úmida em relação aos pós de jaboticaba nas três temperaturas de secagem 45, 50 e 55 °C. Estes valores de rendimento referente à casca úmida estão próximos aos encontrados por Leite *et al.*, (2011) ao avaliar o potencial antioxidante da casca de jaboticaba da espécie *Myrciaria jaboticaba* V. B, encontraram rendimento variando entre 28–34% em relação ao fruto inteiro. Percentuais semelhantes foram reportados por Lima *et al.*, (2008) ao caracterizar duas espécies de jaboticaba e encontraram 33% para Paulista e 43% para Sabará. Silva *et al.*, (2016) obtiveram rendimento 35% para casca de jaboticaba Sabará destinadas a elaboração de extrato aquoso, cujo valor se aproxima ao encontrado neste estudo.

Tabela 7 - Rendimento da casca úmida e do pó da casca de jaboticaba

Temperatura (°C)	Casca úmida (%)	Pó da casca (%)
45	31,80	10,19
50	33,57	10,04
55	33,70	10,64

4.5 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

Na Tabela 8 estão expressos os valores médios da composição centesimal dos pós das cascas de jabuticaba nas temperaturas de 45 °C (A), 50 °C (B) e 55 °C (C). Estes valores foram calculados em base úmida.

Tabela 8 – Composição centesimal dos pós das cascas de jabuticaba.

Parâmetros (g.100 g ⁻¹)(bu)	Pós da casca		
	A	B	C
Teor de água	9,66±0,13 ^A	9,33±0,78 ^A	9,15±0,98 ^A
Cinzas	2,72±0,02 ^A	2,40±0,56 ^A	2,78±0,02 ^A
Proteína	6,95±0,11 ^A	6,06±0,78 ^A	6,65±0,19 ^A
Lipídeos	0,58±0,10 ^A	0,55±0,13 ^A	0,65±0,08 ^A
Carboidratos	80,09±0,9 ^A	81,33±0,12 ^B	80,75±0,17 ^A

Os dados são apresentados pelas médias ± desvio padrão (n= 3). Letras maiúsculas sobrescritas iguais na mesma linha não diferem significativamente entre os parâmetros da composição centesimal nas três temperaturas estudadas ($P > 0,05$).

Observa-se na composição centesimal que os parâmetros não apresentaram diferença significativa exceto para carboidratos na temperatura de 50 °C, provavelmente pode-se atribuir ao intervalo usado entre as temperaturas que foi de 5 °C, não sendo suficiente para causar danos nutricionais aos pós das cascas de jabuticaba. Os dados revelam que o pó de jabuticaba é constituído principalmente de água, carboidrato, proteína e cinzas. Os Teores de água estão dentro dos padrões exigidos para pós destinados para chá (BRASIL, 2005; BRASIL, 1998), que determina valores até 12%, uma vez que valores superiores tendem a formar grumos que impedem da água fluir uniformemente no meio aquoso (infusão) e extrair os compostos bioativos que estão presentes no pó, além de apresentar menor tempo de vida útil por ser a água componente principal para as reações químicas, enzimáticas e microbiológicas.

Os níveis de proteínas, lipídeos e cinzas estão próximos aos encontrados por ALVES *et al.*, (2014b) que avaliaram a influência da temperatura de secagem nos constituintes da farinha de jabuticaba da espécie Sabará e obtiveram valores de proteína bruta 6,58%, 6,06%, e 5,95%, de lipídeos 0,58 %, 0,62% e 0,56% e os e de

cinzas 3,41%, 3,05% e 3,305 nas temperaturas de 30, 45 e 60 °C respectivamente.

Araújo *et al.*, (2013) quando caracterizaram farinhas de jabuticaba obtidas através de processo de secagem a 40 °C em estufa com circulação de ar, encontraram teor de água de 14,45%, cinzas de 4,26%, e Lipídeos de 0,72%, esses valores foram superiores aos obtidos nesta pesquisa, essa diferença pode ser atribuída ao tipo de cultivar, clima, solo, região, bem como as condições estudadas.

4.6 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DOS PÓS DAS CASCAS DE JABUTICABA

Os valores médios dos parâmetros físicos e físico-químicos dos pós das cascas de jabuticaba obtidos nas três temperaturas estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Parâmetros físico e físico-químico dos pós das cascas de jabuticaba.

Parâmetros	Pós das cascas		
	A	B	C
Cor	L*15,6±0,03 ^A a*3,34±0,01 ^A b*5,81±0,01 ^A	L* 15,79±0,05 ^B a* 6,68±0,07 ^B b* 4,47±0,11 ^B	L* 21,96±0,06 ^C a* 9,28±0,13 ^C b* 5,42±0,17 ^C
A _w	0,326±0,01 ^A	0,339±0,014 ^A	0,334±0,014 ^A
pH	3,36±0,02 ^A	3,39±0,15 ^A	3,30±0,02 ^A
ATT (g ácido cítrico. 100 g ⁻¹)	11,05±0,03 ^A	10,12±0,11 ^A	11,02±0,04 ^A
AR (g.100 g ⁻¹)	43,88±0,87 ^A	43,19±0,52 ^A	43,49±0,45 ^A
ART (g.100 g ⁻¹)	48,58±0,33 ^A	48,03±1,23 ^A	49,16±1,01 ^A

Os dados são apresentados pelas médias ± desvio padrão (n= 3). Letras maiúsculas sobrescritas iguais na mesma linha não diferem significativamente entre os parâmetros físico-químicos nas três temperaturas estudadas ($P > 0,05$).

Verifica-se que o processo de secagem não acarretou diferenças significativas entre os parâmetros analisados, provavelmente pode-se atribuir aos intervalos de temperatura utilizados. Com relação às coordenadas de cor dos pós de jabuticaba, observa-se que ocorreram diferenças significativas nas temperaturas

estudadas, a temperatura de 55 °C (pó C) apresentou aumento na luminosidade e nas cromaticidades, indicando que, provavelmente, houve degradação das antocininas, visto que estas substâncias são sensíveis ao aumento de temperatura. Entretanto, dentre os pós, a temperatura de 50 °C (pó B) foi a que apresentou valor de luminosidade L^* (15,79), indicando que o pó é escuro (opaco) e em relação às cromaticidades, as coordenadas, a^* obteve-se valor de (6,68) mostrando tendência ao vermelho e b^* (4,47) inclinando para o azul, este resultado revelou que o pó obtido na temperatura de secagem de 50 °C (pó B) foi que mais se aproximou da cor roxo-escura, atribuída a presença de antocianinas na casca da jabuticaba quando o fruto está completamente maduro.

Jin *et al.*, (2016) avaliaram as atividades antioxidantes e os parâmetros de cor de cento e dez pós de chás de plantas e compararam com o chá verde. Os autores afirmaram que não foram encontradas correlações significativas entre os parâmetros de cor e as propriedades antioxidantes.

Segundo Wu e Sun (2013) a cor dos pós de ervas é um dos atributos mais importantes e que pode influenciar na escolha do consumidor.

Analisando o parâmetro da atividade de água, foi possível verificar que não houve diferença significativa entre as temperaturas estudadas, demonstrando que os valores obtidos estão abaixo de 0,6, condição esta necessária para impossibilitar o desenvolvimento de microrganismos no produto (CHISTÉ *et al.*, 2006). Os níveis de atividade de água dos pós de jabuticaba nas três temperaturas de secagem revelam a viabilidade de obter um produto com menor susceptibilidade à degradação, bem como maior tempo de prateleira.

Os valores de pH do pó da casca de jabuticaba variaram de 3,30 a 3,39, próximos aos reportados por Gurak *et al.*, (2014) que encontraram valor de pH de 3,45 para os pós da casca de jabuticaba da espécie Sabará. Alves *et al.*, (2014) encontraram valor de pH de 3,15 avaliando as propriedades físico-químicas da farinha da casca de jabuticaba. Lamounier *et al.*, (2015) avaliando o pH da farinha da casca de jabuticaba a 45 °C encontraram valor de pH de 3,39 para variedade Sabará e 3,47 para a Paulista. Araújo *et al.*, (2013) obtiveram valor de pH de 3,19 para farinha de jabuticaba a 40 °C em estufa com circulação de ar forçado. Ferreira *et al.*, (2012) ao caracterizar a farinha da casca de jabuticaba encontraram valores mais elevados de pH 3,89%.

Os resultados obtidos de pH para os pós nas três temperaturas, foram inferiores a 4,5, o que permite classificá-lo como um produto ácido. Esta condição minimiza o potencial de crescimento de microrganismos patogênicos e deterioradores capazes de provocar degradação do produto. De acordo com Adolfo Lutz (2008), produtos alimentícios com pH ácido tem suas características conservadas mais facilmente, além de influenciar no sabor e odor que são responsáveis pelo agridoce próprio da casca de jabuticaba.

Os valores obtidos para os teores de água estão abaixo do valor limite estabelecido pela legislação para chás, com limite máximo de 12%. (BRASIL 1998; BRASIL, 2005). Segundo Campos (2014), o teor de água é um fator importante na qualidade de produtos em pó, na preservação e na resistência à deterioração. Os resultados obtidos foram próximos aos de Alves *et al.*, (2014a), os quais registraram níveis do teor de água variando entre 9,28 a 14,01% para farinhas de casca jabuticaba resultantes do processo de secagem na temperatura de 45 °C . Por outro lado, os dados foram inferiores aos reportados por Silva *et al.*, (2017), avaliando o pó da casca de jabuticaba desidratada a 40 °C em estufa com circulação de ar forçado, destinado a elaboração de extrato aquoso funcional, encontraram teor de água de 14,63%.

Com relação às cinzas, foi possível observar que não houve diferença significativa entre as três temperaturas de secagem. Santiago (2012) encontrou valor semelhante de 2,70% para a temperatura de secagem de 55 °C (pó C) na farinha da casca de jabuticaba da espécie Sabará. Dentre as frações da jabuticaba, a maior riqueza em sais minerais é encontrada na casca, destacando-se potássio, magnésio, fósforo e cálcio (ALEZANDRO *et al.*, 2013a; LIMA *et al.*, 2011). É importante destacar que o magnésio está concentrado na superfície da casca, apresentando papel importante no processo de mudança de cor das antocianinas, principal fenólico encontrado na jabuticaba.

O teor de acidez não apresentou diferença significativa entre os pós nas temperaturas de secagem. Os resultados obtidos neste estudo foram inferiores aos reportados por Gurak *et al.*, (2014) ao caracterizar pós de 3 frações da jabuticaba, verificaram que a acidez da casca foi maior que as do fruto inteiro e do bagaço, com valores 26,80, 14,70 e 15,70 g de ácido cítrico .100 g⁻¹ respectivamente.

Quanto aos açúcares redutores e totais foi possível observar que os teores não tiveram variações significativas entre as temperaturas estudadas. Os resultados

obtidos foram superiores aos de Lima *et al.*, (2011), para casca de jabuticabada espécie Sabará, com valores de 33,24 e 38,93 g.100.g⁻¹ para açúcares redutores e totais respectivamente. Para Antolovich *et al.*, (2002) as quantidades variáveis de açúcares presentes nas cascas das mesmas espécies de frutas, dependem do processo de despulpamento, visto que podem ficar aderidos resíduos da polpa na casca, podendo alterar os resultados, com concentrações mais elevadas. Segundo Morales-Soto *et al.*, (2014) deve-se também considerar os aspectos agrônômicos como, práticas agrícolas, composição do solo, condições climáticas e fisiológicos (fase de maturação).

4.7 COMPOSTOS BIOATIVOS DOS PÓS DA CASCA DE JABUTICABA

Os teores dos compostos fenólicos, antocianinas e flavonoides totais dos pós das cascas de jabuticaba nas três temperaturas de secagem (A), (B) e (C) estão expressos na Tabela 10.

Tabela 10 – Teores de compostos fenólicos totais, antocianinas e flavonoides totais dos pós das cascas de jabuticaba.

Parâmetros	Pós das cascas		
	A	B	C
CFT (mg GAE. 100 g ⁻¹)	3546,77±5,77 ^A	3144,96±6,21 ^B	2801,62±4,15 ^C
AT (mg. 100. g ⁻¹)	97,13±0,71 ^A	95,35±0,13 ^A	91,87±1,03 ^B
FLAT (mg. 100. g ⁻¹)	143,81±1,03 ^A	114,48±0,52 ^B	83,19±0,75 ^C

Os dados apresentados pelas médias ± desvio padrão (n=3). CFT compostos fenólicos totais mg GAE . 100 g⁻¹ (em mg de Equivalente de Acido Gálico em b.u.). AT – antocianinas totais e FLAT - flavonoides totais. Letras maiúsculas sobrescritas iguais na mesma linha não diferem significativamente entre os compostos bioativos nos pós da jabuticaba ($P > 0,05$).

Os teores de compostos bioativos dos pós das cascas de jabuticaba nas três temperaturas apresentaram diferenças significativas. Os valores de compostos fenólicos totais mostraram diminuição com o aumento de temperatura, evidenciando que provavelmente os polifenóis são sensíveis ao calor. Dentre as três temperaturas, a de 45 °C (A) foi a que preservou maior conteúdo destes constituintes após processo de secagem, podendo ser atribuído a sensibilidade dos polifenóis ao calor. Comportamento semelhante foi encontrado por Alves *et al.*, (2014a) que ao avaliar os compostos bioativos da farinha da casca de jabuticaba em

três temperaturas de secagem 30, 45 e 60 °C, verificaram que os valores de compostos fenólicos e antocianinas totais foram mais preservados na temperatura de 45 °C.

Os teores de compostos fenólicos totais obtidos nos intervalos de temperaturas deste estudo, se aproximaram aos reportados por Lenquiste *et al.*, (2015) ao avaliar os bioativos presentes na casca de jabuticaba liofilizada, encontraram 3612,00 mg de GAE. 100.g⁻¹ e consideraram como uma boa fonte de compostos bioativos. Já Frauches *et al.*, (2016) encontraram valores inferiores ao avaliar os bioativos presentes em três amostras de pós desidratados a 60 °C em secador convectivo, verificaram que o maior conteúdo de compostos fenólicos totais foi encontrado no pó da jabuticaba, cujo valor foi de 2149,58 mg GAE.100 g⁻¹, seguido de jambolão e jambo, apresentando 852,17 mg GAE .100. g⁻¹ e 775,09 mg GAE .100 g⁻¹ respectivamente.

Silva *et al.*, (2014) quantificaram compostos fenólicos em doze polpas e subprodutos (casca e bagaço) de frutos tropicais liofilizados e classificaram em três categorias: baixo (< 500 mg . GAE .100 . g⁻¹), médio (500 – 2500 mg . GAE .100 g⁻¹) e alto (> 2500 mg .GAE.100 g⁻¹). Concluíram que os subprodutos (cascas e sementes) apresentaram maior teor de bioatividade do que suas respectivas polpas. Neste sentido, utilizando a classificação definida pelos autores, verifica-se que os pós das cascas de jabuticaba deste estudo pertencem a categoria de subprodutos de alta concentração de compostos fenólicos, visto que as três temperaturas exibiram valores acima de 2500 mg. GAE.100. g⁻¹.

Foi possível observar que os maiores teores de antocianinas e flavonoides foram obtidos nas temperaturas de 45 e 50 °C seguido do pó a 55 °C, esta diminuição pode ser atribuída a degradação destes bioativos com o aumento de temperatura. Valores próximos foram reportados por Rufino *et al.*, (2010) ao avaliarem dezoito subprodutos de frutos liofilizados e encontraram os maiores valores de antocianinas variando de 58,1 a 93,3 mg.100 g⁻¹ e flavonoides, 70,90 e 147,0 mg .100 .g⁻¹ para jabuticaba e jambolão respectivamente.

Santos *et al.*, (2018), ao analisar a influência das temperaturas de secagem 50, 60 e 70 °C nos conteúdos de antocianinas monoméricas em casca de jabuticaba, mencionaram a temperatura de 70 °C como a que provocou a maior degradação deste composto. De acordo com os autores este resultado já era esperado, visto que as antocianinas são compostos sensíveis ao calor.

Sobrinho *et al.*, (2010) avaliaram a influência da temperatura sobre os teores de flavonoides, nas temperaturas de 25, 40, 60 e 80 °C, para casca de baunilha, os resultados demonstraram que houve redução nos níveis de flavonoides de 4,138 $\mu\text{g. mL}^{-1}$ (40 °C) – 3,83 $\mu\text{g. mL}^{-1}$ (80 °C) quando a temperatura atingiu seu maior valor. Os autores afirmaram que a temperatura de secagem empregada não deve exceder a 60 °C, pois temperaturas acima desta podem reduzir os níveis de flavonoides.

4.8 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DO PÓ DAS CASCAS DE JABUTICABA

Após análises físico-químicas e dos constituintes bioativos dos pós, foi possível verificar que a temperatura de secagem a 45 °C resultou nas menores perdas nutricionais e dos compostos fenólicos, corroborando com o estudo realizado por Alves *et al.*, (2014a) que ao avaliar as farinhas das cascas de jabuticaba obtidas em três temperaturas de secagem 30, 45 e 60 °C, a temperatura de 45 °C foi a que mais preservou os nutrientes e as substâncias fenólicas. A partir deste resultado, foi realizada a avaliação das propriedades tecnológicas do pó da casca de jabuticaba na temperatura de 45 °C.

Na Tabela 11 estão expressas as propriedades tecnológicas, referentes aos parâmetros de higroscopicidade, solubilidade, massa específica real, massa específica aparente.

Tabela 11 – Propriedades tecnológicas do pó das cascas de jabuticaba a 45°C

Parâmetros	Valores médios
Higroscopicidade ($\text{g H}_2\text{O} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	15,23±0,351
Solubilidade ($\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)	51,16±0,38
Massa específica real (ρ_r) ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	1,38±0,07
Massa específica aparente (ρ_a) ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	0,67±0,12

Os dados apresentados pelas médias \pm desvio padrão (n=3).

O resultado de higroscopicidade se aproximou aos reportados por Silva *et al.*, (2013) que ao otimizar os parâmetros do pó da casca de jabuticaba para encapsulamento, encontraram higroscopicidade variando de 12,75 – 17,96% para

diferentes formulações. Porém, foi superior ao encontrado por Berté *et al.*, (2011) com valor médio de 11,40%, que ao analisar as propriedades tecnológicas do pó de mate, consideraram o material com alta higroscopicidade e esse fato seria um fator limitante para qualidade do produto. É importante ressaltar que o pó da casca de jabuticaba com 15,23 g de H₂O.100. g de higroscopicidade não apresentou alterações na qualidade.

De acordo com Sarantópoulos (2001) para materiais com elevada higroscopicidade pode ocorrer perda na qualidade principalmente no ganho de umidade, levando à aglomeração e formação de grumos. Além da alteração física poderão ocorrer reações oxidativas das substâncias responsáveis pelos aromas, comprometendo a qualidade sensorial.

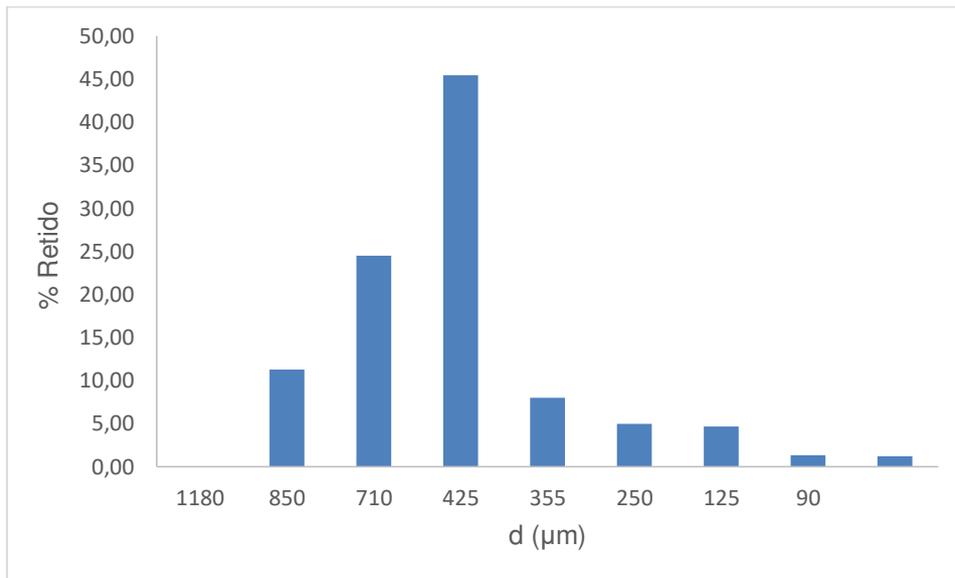
O pó apresentou solubilidade de 51,16 %, este fato pode ser justificado devido o elevado conteúdo de fibras insolúveis que dependendo da espécie de jabuticaba, o pó da casca pode variar entre 16,10-17,00 g. 100 g⁻¹ (ALEZANDRO *et al.*, 2013a; GURAK *et al.*, 2014). Essa mesma tendência também foi relatada por Caneiro *et al.*, (2012) que encontraram solubilidade inferior ao reportado neste estudo, com valor de 32 g. 100 g⁻¹ no pó de açaí desidratado por liofilização e atribuíram este valor ao conteúdo de fibras insolúveis que estão presentes na matéria-prima.

Os resultados obtidos para massas específica real e aparente foram próximos aos observados por Santiago (2012), que ao caracterizar a farinha da casca de jabuticaba, encontrou valores de 1,36 g.cm⁻³ e 0,51 g.cm⁻³ respectivamente.

4.8.1 Granulometria

O tamanho das partículas influencia a capacidade do pó em absorver água, especialmente no caso de pós destinados às infusões (chá) como no caso deste estudo. O resultado da granulometria do pó de jabuticaba encontra-se exibido na Figura 13.

Figura 13 – Granulometria do pó da casca de jabuticaba.



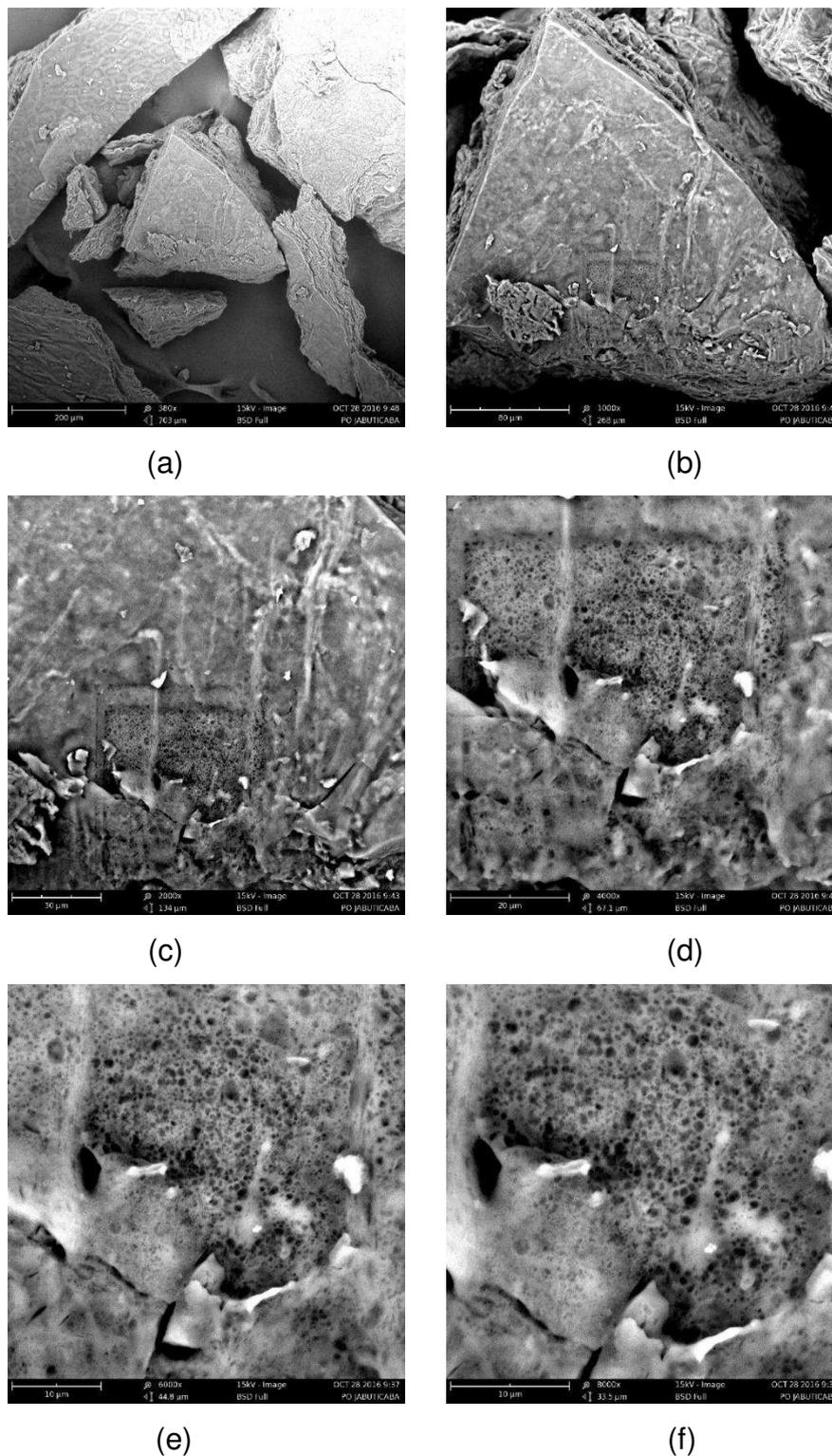
A distribuição granulométrica do pó da casca de jabuticaba, cujo grau de divisão apresentou tamanhos de partículas que variaram entre 710 – 425 μm , evidenciando que 65,62% corresponde a pó semifino. A granulometria obtida resultou em uma amostra com maior área de superfície e essa característica possibilita maior interação com o solvente (água) nos sistemas aquosos como o chá, favorecendo maior extração dos constituintes químicos e dos compostos bioativos presentes no pó.

Berté *et al.*, (2011), trabalhando com erva chá mate a granel, encontraram uma distribuição granulométrica com a maioria das partículas variando entre 300 – 180 μm correspondendo ao pó fino.

4.8.2 Microscopia Eletrônica por Varredura (MEV)

As imagens obtidas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) com ampliações diferentes de 380 a 10.000 vezes apresentadas na Figura 14 (a, b, c, d, e, f), correspondem às partículas do pó da casca de jabuticaba desidratada em estufa com circulação de ar forçado a temperatura de 45 °C e moída em moinho de facas. As partículas apresentam uma distribuição de formatos irregulares, com tamanho entre 8 e 200 μm , aproximadamente.

Figura 14 – Superfície das partículas do pó de jabuticaba. a) 380X; b) 1000X; c) 2000X; d) 4000X; e) 6000X; e f) 8000X.



A microscopia do pó apresentou superfícies rugosas com partículas com tamanhos variados que podem ser observadas na Figura 14 (a, b, c, d), como

também, dobras, camadas e superfícies esponjosas sobrepostas (e, f), indicando que durante a secagem ocorreram deformações nas partículas que podem encolher ou quebrar dependendo das propriedades morfológicas do material. Observa-se ainda nas imagens que o pó com partículas com formatos e arranjos irregulares conferem mais fluidez e menos susceptibilidade à oxidação, devido à menor área de superfície (CAPARINO *et al.*, 2013).

Morfologia semelhante foi reportado por Souza (2015), estudando o efeito da temperatura no processo de secagem de polpa de açaí, verificou que os pós produzidos por liofilização também exibiram tamanhos variados com superfícies irregulares e rugosas, com diâmetros variando de 10 – 200 μm .

O tamanho da partícula é uma característica importante para alimentos em pó, uma vez que facilita o processamento, manipulação e vida de prateleira. Dependendo do produto, pode influenciar nos atributos de sabor, cor, textura e aroma do produto final. Essas características podem interferir na aceitabilidade do consumidor, podendo inviabilizar do ponto vista econômico (BERTÉ *et al.*, 2011). Além disso, a capacidade de reidratação, solubilidade e dispersabilidade são influenciadas também pelo tamanho das partículas.

O tamanho de partícula, morfologia, umidade e natureza higroscópica do pó têm uma grande influência sobre as propriedades do pó. Pequenas partículas se juntam mais fortemente do que partículas grandes; portanto, pós mais finos são mais prováveis de se aglomerar. Isso pode ser desejável ou indesejável, dependendo da aplicação do produto pela indústria alimentar (GURAK *et al.*, 2014).

É importante ressaltar que o pó da casca de jabuticaba apresentou morfologia com superfície e arranjo irregulares, esta característica evitou a aglomeração do pó, permitindo melhor extração dos fenólicos no preparo das infusões (chá).

4.8.3 Parâmetros físico-químicos do pó da casca de jabuticaba durante o período de armazenamento.

A Tabela 12 exibe os valores médios dos parâmetros físicos e físico-químicos do pó da casca de jabuticaba armazenado na temperatura ambiente durante um período de 180 dias.

Tabela 12 – Valores médios dos parâmetros físicos e físico-químicos do pó da casca de jabuticaba armazenado durante 180 dias.

PARÂMETROS	TEMPO (DIAS)						
	0	30	60	90	120	150	180
Cor	L*15,60±0,03 ^A	17,74±0,29 ^{BC}	17,83±0,02 ^B	17,97±0,05 ^C	18,07±0,05 ^{CD}	18,12±0,13 ^D	18,40±0,16 ^D
	a*3,34±0,01 ^A	6,17±0,02 ^B	6,29±0,02 ^C	6,38±0,03 ^D	6,82±0,09 ^E	6,85±0,07 ^E	6,88±0,08 ^E
	b*5,81±0,01 ^A	5,89±0,15 ^A	7,46±0,02 ^B	7,52±0,05 ^{BC}	7,62±0,05 ^C	7,74±0,01 ^D	7,98±0,07 ^E
(aw)	0,326±0,01 ^A	0,335±0,05 ^{AB}	0,345±0,00 ^B	0,356±0,01 ^B	0,396±0,01 ^C	0,427±0,00 ^D	0,467±0,00 ^E
pH	3,86±0,02 ^A	3,86±0,01 ^B	3,77±0,25 ^{BC}	3,74±0,02 ^C	3,68±0,00 ^D	3,52±0,00 ^E	3,50±0,00 ^F
Teor de água (g.100.g ⁻¹)	9,66±0,13 ^A	9,77±0,51 ^B	9,90±0,08 ^C	9,92±0,02 ^C	10,66±0,19 ^D	11,05±0,03 ^E	11,17±0,19 ^E
Cinzas (g.100.g ⁻¹)	2,88±0,08 ^A	2,30±0,53 ^{AB}	2,69±0,12 ^{AB}	2,43±0,21 ^B	2,45±0,17 ^B	2,41±0,13 ^B	2,21±0,13 ^B
Acidez titulável g de ácido cítrico(g.100g ⁻¹)	11,05±0,03 ^A	11,25±0,02 ^{BC}	10,53±0,06 ^B	11,03±0,01 ^B	11,15±0,01 ^C	11,53±0,05 ^D	12,02±0,16 ^E
Açúcares redutores (g.100g ⁻¹)	43,88±0,87 ^A	41,65±0,08 ^B	39,53±2,44 ^{BC}	37,36±0,13 ^C	36,59±0,98 ^{CD}	36,87±0,94 ^{CD}	36,57±0,03 ^D
Açúcares totais (g.100g ⁻¹)	48,58±0,33 ^A	44,33±1,18 ^B	43,78±0,64 ^B	41,06±0,36 ^C	41,13±0,34 ^C	40,46±0,44 ^C	40,22±0,45 ^C

Os dados apresentados pelas médias \pm desvio padrão (n=3). Letras maiúsculas sobrescritas iguais na mesma linha não diferem significativamente entre os parâmetros físicos e físico-químicos no tempo de armazenamento estudado ($P > 0,05$).

Em relação ao parâmetro cor, observa-se que o pó de jabuticaba neste estudo difiriram significativamente durante o período de armazenamento. De acordo com o resultado obtido é possível afirmar que as coordenadas de cor variaram, apresentando aumento de 51,4% para $*+a$ e 27,2% para $*b+$, indicando predominância da componente vermelha ($+a^*$) sobre a componente amarela ($+b^*$), logo, ocorreu maior contribuição da cor vermelha durante o armazenamento. Já a luminosidade L^* apresentou aumento nesta coordenada de 15,2% durante o período de 180 dias, no entanto, não diferem estatisticamente entre 120–180 dias. Baseado nestes dados é possível afirmar que o pó se encontra na região de baixa luminosidade (escuro) e embora havendo alterações nas cromaticidades das intensidades de cor $*a$ e $*b$, não se observou mudança significativa na cor roxa, própria da casca de jabuticaba madura. Esta mudança na cor pode ser atribuída à degradação das antocianinas, devido reações de oxidação que ocorrem durante o armazenamento. Assim, o pó de jabuticaba está classificado como roxo, podendo ser utilizado para desenvolvimento de um produto onde o atributo de cor seja importante, como no caso de desenvolvimento de uma infusão (chá), objeto deste estudo.

Alves *et al.*, (2014b) verificaram aumentos inferiores nos parâmetros de cor, no armazenamento da farinha de jabuticaba por 12 meses. Os autores observaram um acréscimo na cromaticidade de 12,37% para a intensidade de vermelho ($+a^*$) e de 24% para intensidade de amarelo ($+b$), para luminosidade L^* 2,6%. Embora a variação não tenha sido significativa, apresentou uma diminuição no brilho, resultando em leve escurecimento.

Gurak *et al.*, (2014) ao avaliarem pós de 3 frações do fruto da jabuticaba, encontraram para o pó da casca valores das coordenadas de a^* (desvio para o vermelho) variando de 27,69 a 31,65 e valores de b^* (desvio para o amarelo) de 6,12 a 7,75; os autores classificaram os pós como avermelhados.

Para que ocorra uma boa conservação dos pós durante o armazenamento, alguns fatores intrínsecos devem ser observados, como atividade de água, teor de água, pH e composição química. Quanto a atividade de água, houve diferença significativa entre tempo inicial e final do armazenamento. Ocorreu um acréscimo de 30,2% durante o período de estocagem, variando de 0,326 para 0,467 em 180 dias. Este aumento pode ser decorrente da embalagem utilizada, a qual pode não ter

oferecido barreira eficiente com relação a permeabilidade ao oxigênio e ao vapor d'água, favorecida por possíveis oscilações da temperatura e umidade do local de armazenamento. Como o resultado obtido foi abaixo de 0.6, provavelmente não ocorrerão reações químicas, bioquímicas e crescimento microbiano, garantindo, portanto, a integridade do produto, assim como, uma longa vida de prateleira (ORDOÑEZ *et al.*, 2005).

Zago *et al.*, (2015) ao elaborar *cookies* a base de farinha da casca de jabuticaba seca a 60 °C em estufa de circulação de ar, encontraram valor de atividade de água de 0,43, ligeiramente menor que o obtido neste estudo após 180 dias de armazenamento.

O pH apresentou diferença significativa durante o armazenamento, houve redução até o final do período de 180 dias. Valores próximos foram encontrados por Gurak *et al.*, (2014) nos pós de jabuticaba, 3,64 (fruto inteiro), 3,45 (casca) e 3,74 (bagaço), observaram também que ocorreu uma relação inversa entre o pH e a acidez das amostras. Comportamento semelhante foi verificado no presente estudo, visto que no menor pH 3,50 foi registrado a maior acidez de 10,98 g de ácido cítrico / 100 g. Valores próximos foram reportados por Inada *et al.*, (2015), ao avaliar a composição química e os antioxidantes dos frutos liofilizados da jabuticaba e suas frações, encontraram pH de 3,30 (casca e polpa) a 3,6 (fruto inteiro) e consideraram que níveis baixos de pH favorecem a estabilidade das antocianinas.

Com relação ao teor de água, os dados obtidos apresentaram diferenças significativas durante o tempo de estocagem. Observa-se que os valores de umidade aumentaram 25% durante o armazenamento do pó, variando de 9,66 a 11,17% no final dos 180 dias. Este aumento era esperado, uma vez que, produtos desidratados tendem adquirir umidade durante a estocagem. De acordo com Ordóñez (2005), para evitar deterioração dos materiais secos por período longo, deve-se observar umidade relativa do ambiente, bem como, o rigor com o tipo de embalagem. Observou-se que as embalagens laminadas utilizadas neste estudo, não impediram a absorção de água no pó da casca de jabuticaba. Entretanto, o valor encontrado está abaixo do limite máximo permitido por Brasil (2005) que estabelece 12% para teor de água para pós destinados a elaboração de infusões (chá) de ervas. Portanto, é possível afirmar que este pó apresenta estabilidade e atende a legislação, podendo ser armazenado por 180 dias sem correr risco de crescimento microbiológico.

Alves *et al.*, (2014a) estudaram a estabilidade da farinha de jabuticaba embaladas em garrafas de polietileno cobertas em papel alumínio e armazenadas em temperatura ambiente durante 12 meses. Os autores encontraram aumento significativo na umidade de 34%, sendo superior ao nível observado neste estudo de 180 dias de armazenamento. Moura (2016) ao caracterizar pó de jabuticaba durante 135 dias de armazenamento verificou acréscimo de 31,1% de umidade, com variação de 9,83 a 14,27%. O aumento da umidade provavelmente está associado às condições de umidade relativa do ambiente e tipo de embalagem que está acondicionada a amostra.

As propriedades físico-químicas da água têm forte influência no comportamento físico-químico dos pós durante o processo de armazenamento. Dessa forma o parâmetro de umidade pode ser usado como critério para avaliar a qualidade de produtos industrializados, visto que, a maior parte deles podem se degradar na presença de umidade (SILVA *et al.*, 2010).

Os teores de cinzas obtidos durante o armazenamento estão próximos ao de Micheletti *et al.*, (2018) avaliando as propriedades físico-químicas da farinha de jabuticaba seca a 65 °C em estufa com circulação de ar, encontraram valor de 2,21%.

A acidez do pó apresentou aumento de 31,5% durante o armazenamento, variando de 7,52–10,98 g de ácido cítrico.100. g⁻¹. Valor próximo de acidez de 9,40 g de ácido cítrico .100 g⁻¹ foi obtido por Lamounier *et al.*, (2015), trabalhando com farinha de jabuticaba desidratada a 40 °C com estufa com circulação de ar forçado. Os autores caracterizaram a farinha como um produto ácido. De acordo com Chitarra; Chitarra (2005) a acidez dos frutos é devido à presença dos ácidos orgânicos e decrescem com a maturação. Lima *et al.*, (2011b) avaliando a composição química do fruto inteiro e frações (casca, polpa e semente) das espécies de jabuticaba Paulista (*Plinia cauliflora*) e Sabará (*P. jaboticaba*), encontraram cinco ácidos orgânicos na seguinte ordem quantitativa: ácido cítrico > ácido succínico > ácido málico e apenas traços de ácido oxálico e ácido acético.

Com relação aos teores de açúcares redutores e totais, foi possível verificar que houve decaimento ao longo de 180 dias, este fato pode estar associado com o aumento da umidade e da acidez (Tabela 12), fato este que permite liberação de ácidos orgânicos, favorecendo reações de hidrólise e conseqüentemente diminuindo os teores de açúcares. Os resultados obtidos foram próximos aos encontrados por

Lima *et al.*, (2011) quando estudaram duas espécies de jabuticaba Paulista e Sabará, cujos valores encontrados nas cascas foram de (33,24 e 44,72 g.100 g⁻¹) e (38,93 e 46,57 g.100 g⁻¹), para açúcares redutores e totais respectivamente. Já Batista *et al.*, (2017) encontraram valor superior na casca liofilizada de jambo vermelho, cujo teor de açúcar redutor foi de 48,4 2 g . 100g⁻¹.

4.8.4 Compostos bioativos do pó da casca de jabuticaba durante armazenamento.

Na Tabela 13 estão expressos os compostos bioativos do pó da casca de jabuticaba durante o armazenamento.

Tabela 13 – Compostos bioativos do pó da casca de jabuticaba durante o armazenamento.

Tempo (dias)	CFT(mgGAE.100.g ⁻¹)	AT(mg 100.g ⁻¹)	FLAT(mg.100.g ⁻¹)	TT (mg EAT.100.g ⁻¹)
0	3.546,77±5,77 ^A	97,13±0,71 ^A	143,81±1,03 ^A	525,15±1,15
30	3.175,80±1,92 ^B	87,68±4,62 ^B	141,67±2,25 ^A	512,70±1,28 ^A
60	3.050,37±5,19 ^C	81,59±1,37 ^C	130,3±1,40 ^B	480,10±1,72 ^B
90	2.950,19±2,70 ^D	78,69±1,66 ^D	115,37±1,30 ^C	406,00±3,50 ^C
120	2.768,46±17,95 ^E	75,87±1,45 ^E	104,34±1,46 ^D	393,60±1,41 ^C
150	2.627,16±6,02 ^F	70,46±1,35 ^F	98,57±1,38 ^E	381,30±0,98 ^C
180	2.566,90±9,36 ^G	61,02±1,30 ^G	93,84±1,33 ^F	273,40±1,95 ^D

Os dados estão apresentados pelas médias ±desvio padrão, (n=3). CFT – Compostos Fenólicos Totais. GAE - Equivalente de Ácido Gálico base úmida (bu). AT – antocianinas totais. FLAT – Flavonoides totais. TT – Taninos totais. EAT – Equivalente de Ácido Tânico. ND- não determinado. Letras maiúsculas sobrescritas iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre os compostos bioativos no tempo de armazenamento estudado (P > 0,05).

Os compostos bioativos do pó da casca de jabuticaba diferiram significativamente durante o período de armazenamento. Verifica-se uma tendência decrescente nos compostos fenólicos totais, atingindo 24,74% de redução no tempo de 180 dias. Percentuais inferiores foram observados por Alves *et al.*, (2014b) durante 12 meses de armazenamento da farinha de jabuticaba, com diminuição de 9,91% nos teores de compostos fenólicos totais.

Dessimoni-Pinto *et al.*, (2011) ao caracterizar a farinha de jabuticaba encontraram valor de 1006,44 mg GAE.100 .g⁻¹ de compostos fenólicos, 2 vezes inferior ao resultado obtido neste estudo após 180 dias de armazenamento.

Batista *et al.*, (2017) avaliando os compostos bioativos da farinha de jabuticaba liofilizada, encontraram 3.216,92 mg GAE. 100. g⁻¹ de compostos fenólicos totais, semelhante aos resultados obtidos entre o tempo zero e 30 dias. Frauches *et al.*, (2016) avaliando os compostos bioativos dos pós de três *Myrtaceae* (Jambo vermelho, Jambolão e Jabuticaba) secos a 60 °C, relataram que o pó de jabuticaba apresentou o maior teor de compostos fenólicos, 2.149,58 mg. GAE. 100. g⁻¹, próximo ao valor obtido no final do armazenamento desta pesquisa.

É importante ressaltar que o valor de 2.566,90 mg GAE .100 g⁻¹ ao final de 180 dias de armazenamento aponta o pó da casca de jabuticaba como uma boa fonte de polifenóis.

A diferença entre os resultados dos compostos fenólicos encontrados com os dados da literatura, provavelmente deve-se a presença de outros compostos redutores que interferem na quantificação dos fenólicos pelo método de Folin Ciocalteu, os quais se destacam a vitamina C, com a maior contribuição, açúcares, os aminoácidos, solventes utilizados, condições estudadas, região, solo, clima e espécies (GEORGEA, *et al.*, 2005; PAZ *et al.*, 2015).

A redução dos teores dos compostos fenólicos no pó da casca de jabuticaba pode estar relacionada às perdas inerentes as condições de armazenamento, visto que este produto está em constante atividade biológica, que se manifesta por alterações de ordem química, física, microbiológica ou enzimática, bem como hidrólise dos glicosídeos, oxidação dos fenóis e a polimerização de fenóis livres, favorecendo a diminuição dos compostos fenólicos ao longo do tempo (WESTER e MAUER, 2013; PIMENTA *et al.*, 2018).

Os teores de antocianinas e flavonoides diferiram estatisticamente durante o período de armazenamento, apresentando respectivamente 37,17% e 34,74% de redução em relação ao tempo inicial e final de 180 dias. Segundo Castañeda-Ovando *et al.*, (2009), fatores como pH, temperatura de armazenamento, estrutura química, luz, oxigênio, solventes, enzimas e proteínas podem afetar a estabilidade desses bioativos.

Alves *et al.*, (2014a) também observaram diminuição de até 29% nos conteúdos de antocianinas totais na farinha da casca de jabuticaba armazenada por 12 meses em temperatura ambiente. Lima *et al.*, (2011) encontraram valor inferior de 20,57 mg g⁻¹ ao analisar os constituintes ativos da casca de jabuticaba liofilizada.

Tonon *et al.*, (2013) ao avaliar os teores de antocianinas nos pós de açaí secos em spray dryer e estocados em temperaturas de 25 e 35 °C e umidade relativa de 32,8 e 52,9%, durante o armazenamento de 150 dias, revelaram que a degradação de antocianinas foi de 38,8% ocorrendo mais rápida nos primeiros 60 dias, enquanto após esse período, o teor de antocianinas teve pouca variação ao longo do tempo.

Galo *et al.*, (2015) avaliaram os teores de antocianinas presentes no pó de uva encapsulado, armazenado a temperatura ambiente, com incidência de luz, durante 90 dias e observaram que houve degradação das antocininas nos primeiros quinze dias, havendo perda de 45%, confirmando que a estabilidade destes bioativos podem ser afetados na presença de luz.

Os flavonoides apresentaram valores superiores aos encontrados por Dessimoni-Pinto *et al.*, (2011) ao avaliar o potencial tecnológico da farinha de jabuticaba como fonte de polifenóis, encontraram valor de flavonoides de 87,8 mg. $100. g^{-1}$. Tavares *et al.*, (2016) quantificaram na casca de jambolão teor de flavonoides totais superior ao obtido neste estudo, com valor de 167,68 mg. $100. g^{-1}$. Estes autores afirmaram que na casca do fruto se concentrava a maioria das substâncias fenólicas.

Batista *et al.*, (2017) ao avaliar os compostos bioativos de extratos obtidos das farinhas liofilizadas de jambo vermelho, encontraram valores superiores de 126,95. Mg. $100 g^{-1}$ e 267,8. Mg. $100. g^{-1}$ de antocianinas e flavonoides respectivamente. Dados apontam que a casca de jabuticaba é a fração do fruto que apresenta elevado teor de substâncias bioativas, como flavonoides e antocianinas (LIMA *et al.*, 2008; WU *et al.*, 2012; ALVES *et al.*, 2014a). Segundo Sobrinho *et al.*, (2010) a diferença dos resultados nos teores de flavonoides provavelmente está associada com a variedade do cultivar, época de coleta, sazonalidade, clima, umidade, luminosidade e temperatura.

De acordo com Li *et al.*, (2017), em sua revisão sobre as antocininas, os benefícios para saúde e seus mecanismos, afirmaram que as antocianinas são uma das famílias mais difundidas de pigmentos naturais no reino vegetal. Os seus efeitos de inibição dos radicais livres já estão documentados em estudos *in vivo e in vitro* (FILIPIAK *et al.*, 2014; MAURAY *et al.*, 2012).

De acordo com Inada *et al.*, (2017) as propriedades funcionais das antocianinas e flavonoides presentes na casca de jabuticaba, demonstram a

importância de sua aplicação no desenvolvimento de produtos ricos em polifenóis com potencial antioxidante.

Os taninos totais apresentaram diferença significativa durante a estocagem, este decaimento pode estar associado às reações de hidrólise que ocorrem durante o armazenamento, provocando reduções ao longo do tempo. Observa-se a diminuição das concentrações mais significativas entre 150 e 180 dias, atingindo 29,3%. Como os demais compostos fenólicos as condições inerentes ao armazenamento, interferiram nas concentrações destas substâncias, acarretando diminuição destes bioativos.

Os teores de taninos totais foram superiores aos observados por Abe, Lajolo, e Genovese (2012), que ao quantificar taninos de 35 frutos tropicais, relataram que os maiores níveis foram encontrados na casca de jabuticaba, grumixama e cambuci com valores de 3,11, 2,70 e 2,67 g. kg⁻¹ respectivamente. Os autores afirmaram que a jabuticaba é uma fonte promissora de derivados dos taninos totais na dieta. Tavares *et al.*, (2016) encontraram conteúdos inferiores a este estudo ao caracterizar a casca e polpa de jambolão com valores de taninos totais de 11,92 e 9,03 g. Kg⁻¹ respectivamente.

Foi possível observar reduções dos compostos bioativos durante o armazenamento, variando de 24 a 29%. Entretanto, ao final de 180 dias o pó apresentou altas concentrações destas substâncias demonstrando ser uma rica fonte de compostos fenólicos. Segundo Amodio *et al.*, (2014), diminuição nos teores de compostos bioativos durante o armazenamento podem ocorrer devido a temperatura, umidade relativa, tipo de embalagem.

É importante destacar que a ingestão destas substâncias está associada a menores riscos de desenvolvimento de algumas doenças crônicas como: eventos cardiovasculares, diabetes, obesidade, doenças pulmonares, mal de Parkinson (DASTMALCHI *et al.*, 2012; CASSIDY *et al.*, 2013; WANG *et al.*, 2013; BATISTA *et al.*, 2014; STRATHEARN *et al.*, 2014).

4.8.5 Atividade antioxidante do pó da casca de jabuticaba durante o armazenamento

Na Tabela 14 estão expressos os valores médios da atividade antioxidante do pó da casca de jabuticaba durante o período de 180 dias de armazenamento.

Tabela 14 – Valores médios da atividade antioxidante do pó da casca de jabuticaba durante o armazenamento.

Tempo (dias)	DPPH (%AA)	ABTS (μmol de TEAC)
0	81,38 \pm 0,14	2752,29 \pm 9,3 ^A
30	80,53 \pm 0,20 ^B	2654,87 \pm 11,2 ^B
60	80,84 \pm 0,16 ^B	2.586,2 \pm 15,6 ^C
90	76,77 \pm 0,80 ^C	1.744,19 \pm 14,2 ^D
120	75,20 \pm 1,55 ^C	1.578,95 \pm 8,96 ^E
150	71,47 \pm 5,27 ^C	1.657,63 \pm 7,53 ^F
180	69,75 \pm 0,37 ^C	1.477,83 \pm 10,2 ^G

Os dados estão apresentados pelas médias \pm desvio padrão (n=3). AAT – Atividade antioxidante total. TEAC – Capacidade antioxidante em equivalente de Trolox. Letras maiúsculas sobrescritas iguais na mesma coluna não diferem significativamente entre as atividades antioxidantes durante o tempo de armazenamento estudado ($P > 0,05$).

O pó da casca de jabuticaba apresentou pelo ensaio de DPPH, elevada atividade antioxidante, visto que segundo Melo (2008) as frutas e subprodutos são classificadas em três categorias: forte poder antioxidante, acima de 70%, moderado poder antioxidante, entre 50–70% e fraco poder antioxidante, menor que 50%. De acordo com esta classificação, pode-se inferir que o pó da casca de jabuticaba apresentou forte poder antioxidante até cento e cinquenta dias e moderado ao final do armazenamento, porém, foram observadas diferenças significativas no decorrer do armazenamento. Os valores da capacidade antioxidante pelo ensaio do DPPH apresentou decréscimo de 14,3% entre o tempo inicial e final. A percentagem de atividade antioxidante AA (%) corresponde a quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante. Provavelmente, a relação do tempo e temperatura utilizada no processo de secagem, tenha contribuído para a maior preservação de compostos com atividade antioxidante. Segundo Cruz *et al.*, (2014), temperaturas e velocidades de secagem mais baixas, como as utilizadas no processo de secagem deste estudo, reduzem as perdas da atividade antioxidante e dos compostos fenólicos. De acordo com Heim *et al.*, (2002), os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos, sendo observado teores mais elevados nas cascas, apresentando maior atividade antioxidante.

Para a atividade antioxidante do pó de jabuticaba no ensaio ABTS, observa-se diferença significativa durante o armazenamento, com maior redução do poder

antioxidante a partir do tempo de noventa dias, atingindo diminuição de 32,5% em cento e oitenta dias. Este fato ocorreu porque o efeito protetor e antioxidante está relacionado à presença de compostos bioativos, especialmente antocianinas e flavonoides, principais fenólicos da casca de jabuticaba, que nas mesmas condições de armazenamento exibiram reduções de 37,17% e 34,74% respectivamente.

Lima *et al.*, (2008) avaliaram a precisão dos métodos de análises dos antioxidantes, o estudo demonstrou que para determinação da atividade antioxidante pode ser usado vários ensaios. No entanto, para a jabuticaba o teste ABTS apresentou melhor correlação frente os resultados de antocianinas e flavonoides.

Silva *et al.*, (2010), reportaram valores inferiores trabalhando com casca de jabuticaba liofilizada, encontraram pelo ensaio ABTS valor de 723,84 $\mu\text{M TEAC g}^{-1}$. Beta *et al.*, (2018) encontraram valores de capacidade antioxidante variando entre 134,6 a 1120,4 mg TEAC. g^{-1} para oito *Myrtaceae* e mencionaram que a acerola e jabuticaba apresentaram maiores poderes antioxidantes.

Frauches *et al.*, (2016) quando analisaram os pós de jabuticaba, jambo e jambolão, encontraram valores inferiores aos obtidos nesta pesquisa, sendo que o pó desidratado da casca de jabuticaba apresentou o maior valor da captura do radical ABTS, com teor de 1438,56 $\mu\text{mol de Trolox. g}^{-1}$, seguido do jambolão com 1038,50 $\mu\text{mol de Trolox. g}^{-1}$ e jambo com valor de 492,02 $\mu\text{mol de Trolox/g}$.

A falta de padronização dessas metodologias dificulta as comparações entre dados publicados por diferentes grupos de pesquisas, principalmente pelo uso de diferentes solventes e pelas maneiras distintas de expressar os resultados (PÉREZ-JIMÉNEZ *et al.*, 2008).

4.9 MICROBIOLOGIA DO PÓ DA CASCA DE JABUTICABA ARMAZENADO

A Tabela 15 refere-se aos resultados obtidos das análises microbiológicas do pó da casca de jabuticaba nos respectivos tempos, inicial (0) e final (180 dias) de armazenamento.

Tabela 15 – Valores dos parâmetros microbiológicos do pó de jabuticaba.

Tempo (zero)		
Análises	Contagem	LIMITE PADRÃO
Bolores e leveduras	6,67	10 ⁴ UFC/g (A)
Coliformes a 35 °C	9,2	10 ⁴ NMP/g (A)
Coliformes a 45 °C	< 3,0	10 NMP/g (B)
Pesquisa <i>Salmonella</i>	Ausente/25g	Ausente/25g (B)

Tempo (180 dias)		
Análises	Contagem	LIMITE PADRÃO
Bolores e leveduras	6,67	10 ⁴ UFC/g (A)
Coliformes a 35 °C	38	10 ⁴ NMP/g (A)
Coliformes a 45 °C	< 3,0	10 NMP/g (A)
Pesquisa <i>Salmonella</i>	Ausente/25g	Ausente/25g (A)

(A) limite preconizado pela WHO; (B) limite preconizado por Brasil, 2001 (RDC n12).

Com relação as análises microbiológicas do pó da casca de jabuticaba, verifica-se que as contagens microbiológicas apresentaram valores abaixo dos limites máximos estabelecidos pela legislação brasileira para o tempo inicial e final do armazenamento (BRASIL, 2001).

4.10 BIODISPONIBILIDADE DOS COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS NA INFUSÃO DO PÓ DA CASCA DA JABUTICABA

A Tabela 16 apresenta os dados das variáveis decodificadas de massa, tempo e temperatura e os valores da função objetiva de compostos fenólicos totais obtidos nas infusões do pó da casca da jabuticaba nas condições estudadas conforme o planejamento experimental.

Tabela 16 – Valores de compostos fenólicos totais na infusão do pó da casca de jabuticaba nas condições do planejamento experimental.

Experimentos	Massa (g)	Tempo (min.)	Temp (°C)	CFT (mg .L ⁻¹)
1	1 (-1)	3 (-1)	80 (-1)	8,51
2	2 (+1)	3 (-1)	80 (-1)	27,74
3	1 (-1)	7 (+1)	80 (-1)	20,16
4	2 (+1)	7 (+1)	80 (-1)	40,23
5	1 (-1)	3 (-1)	100 (+1)	21,64
6	2 (+1)	3 (-1)	100 (+1)	47,16
7	1 (-1)	7 (+1)	100 (+1)	28,87
8	2 (+1)	7 (+1)	100 (+1)	27,15
9	1,5 (0)	5 (0)	90 (0)	28,38
10	1,5 (0)	5 (0)	90 (0)	29,62
11	1,5 (0)	5 (0)	90 (0)	30,10

Verifica-se na Tabela 16 que a maior quantidade de compostos fenólicos totais, 47,16 mg. L⁻¹, foi obtida no experimento 6 quando a infusão ocorreu na condição de maior massa (2 g), menor tempo (3 min) e maior temperatura (100 °C), ou seja, no nível +1 de massa, -1 no tempo e +1 na temperatura. Nessa condição foram extraídas treze substâncias fenólicas, com potencial antioxidante e propriedades funcionais benéficas à saúde, na prevenção de doenças inflamatórias, neurodegenerativas, demência, diabetes, cardiovascular, hipertensão, câncer e obesidade (TOMATA *et al.*, 2016; WHANG, YANG, ZHANG, WU, 2014; TAN *et al.*, 2017, PAN *et al.*, 2016; LEE *et al.*, 2013; HEBER *et al.*, 2014). As substâncias fenólicas obtidas nas infusões encontram-se na Tabela 17 no Apêndice A.

As principais classes dos compostos fenólicos obtidos nestas infusões são a dos ácidos fenólicos e os flavonoides com suas subclasses. O representante mais importante dos ácidos fenólicos é o ácido gálico e as concentrações obtidas neste estudo apontam que as infusões do pó da casca de jabuticaba, são ricas fontes desta substância antioxidante com capacidade para inibir radicais livres, responsáveis pela oxidação das células.

Os valores obtidos do ácido gálico nesta pesquisa estão dentro dos intervalos encontrados por Campos (2014) quando trabalhou com amostras de chá verde (*Camellia sinensis*), o qual é a espécie mais estudada e com maior poder

antioxidante, em vários tempos de infusão, cujas concentrações de ácido gálico variaram entre 6,10 e 13,12 mg. L⁻¹.

Gastaldi *et al.*, (2018) estudaram 6 chás herbais com infusões obtidas a partir de 2 g do pó em 100 mL de água destilada e temperatura de 95 °C, identificaram 29 compostos fenólicos, dentre estes o destaque maior foi para os ácidos fenólicos e flavonóides, semelhante a composição fenólica encontrada neste estudo. Segundo Jin *et al.*, (2016) estes bioativos presentes nos chás tem maior poder antioxidante que a vitamina C, E e o beta-caroteno além de atividades biológicas benéficas a saúde, como efeitos cardioprotetores *in vitro e in vivo*, inibição seletiva do crescimento de bactérias patogênicas humanas e atividade antiproliferativas contra várias linhas celulares de diferentes tipos de câncer.

Dentre os flavonoides encontrados na infusão, destaca-se o hesperidin, componente fenólico com elevado poder antioxidante. Os valores encontrados foram superiores aos reportados por Yu *et al.*, (2019) analisando os efeitos benéficos no controle de doenças cardiovasculares, cujas concentrações variaram entre 5 a 10 mg . L⁻¹.

Cheraghpour *et al.*, (2019) observaram os efeitos benéficos do hesperidin no tratamento de doença hepática gordurosa não alcoólica e utilizaram concentrações de 1 g de hesperidin no controle das enzimas hepáticas.

A condição estudada neste trabalho favoreceu a extração dos fenólicos e foi observado elevada biodisponibilidade de subgrupos dos flavonoides, os quais estes são responsáveis pela maior ou menor atividade antioxidante.

Os valores das subclasses de flavonóides obtidos nesta pesquisa (Apêndice A) apresentaram elevada extração e bioatividade de polifenóis. A composição fenólica obtida neste estudo foi superior aos reportados por Silva *et al.*, (2017) quando determinaram os compostos fenólicos presentes em um extrato aquoso por cocção da casca de jabuticaba, encontraram 4,34 mg. L⁻¹ de ácido gálico, 0,08 mg. L⁻¹ de epicatequina galato, 0,13 mg. L⁻¹ de catequina, 0,06 mg. L⁻¹ de epicatequina, 0,12 mg. L⁻¹ de procianidina A2, 0,62 mg. L⁻¹ de kaempferol-3-o-glucosídeo, 0,09 mg. L⁻¹ de quercitina, 0,06 mg. L⁻¹ de miricetina e 3,36 mg. L⁻¹ de rutina. Estas diferenças podem ser atribuídas ao preparo das cascas, a temperatura e tempo utilizados no processo de infusão, assim como também a metodologia utilizada.

Estudo realizado por Carrasco-Pozo *et al.*, (2012) verificaram que pequenas quantidades de quercetina (0,01 mg. mL⁻¹), rutina (1 mg. mL⁻¹) e resveratrol (0,1 mg

mL⁻¹), têm efeito protetor contra as alterações das funções metabólicas provocadas pelo estresse oxidativo.

Zielinski *et al.*, (2014) analisaram a biodisponibilidade das subclasses dos flavonoides em 9 amostras de chás e encontraram concentrações superiores aos obtidos neste estudo, para procianidina B2 3,67 mg. L⁻¹ na espécie *Camellia sinensis* (chá verde) e 0,27 mg. L⁻¹ de epicatequina em ervas de *Mentha piperita*.

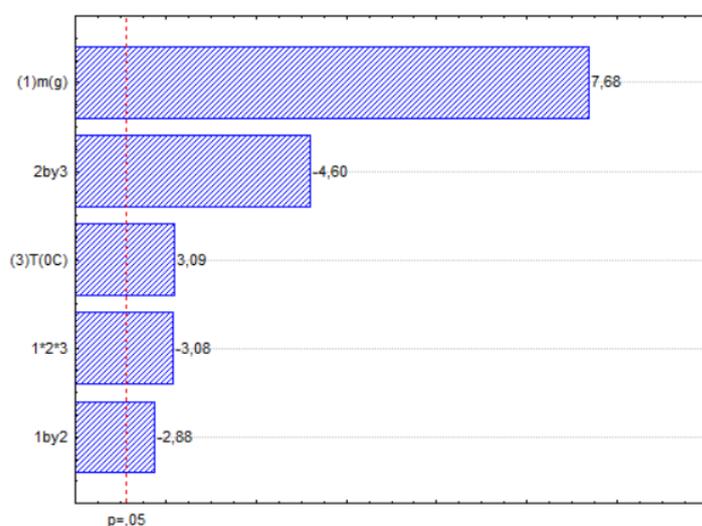
Segundo Lee *et al.*, (2013) os bioativos encontrados nos chás possuem propriedades quimio-preventivas, previnem as inflamações e inibem progressões de tumores devido às suas propriedades antioxidantes.

A riqueza de substâncias fenólicas extraídas de uma matriz simples, como o pó da casca de jabuticaba, demonstra que as condições estudadas extraíram os principais bioativos: ácidos fenólicos e flavonoides.

O consumo das infusões apresentam características regionais, que são influenciadas pela cultura local, tradições e diversidade da flora local. Embora os resultados da infusão do pó da casca de jabuticaba tenham apresentado riquezas em compostos fenólicos e elevada capacidade antioxidante, ainda é subutilizada, sendo os estudos esporádicos.

A Figura 14 corresponde ao diagrama de Pareto os quais representam os efeitos estimados, em ordem decrescente de magnitude, das variáveis dependentes e suas interações linearizadas das respostas à 95% de significância.

Figura 14- Diagrama de Pareto para as condições de infusão da casca de jabuticaba



Observa-se que entre as variáveis estudadas: tempo de infusão, massa do pó da casca de jabuticaba e temperatura de infusão, as estatisticamente significativas são: massa e temperatura, as quais influenciam de forma positiva no processo, ou seja, ao passar do nível -1 para o nível +1 ocorre um aumento do teor de compostos fenólicos na infusão. No entanto, o efeito da interação entre as variáveis também é significativo, influenciando de forma a diminuir o teor dos compostos fenólicos na infusão. Logo, aumentando a massa e a temperatura obtém-se os maiores teores de compostos fenólicos para o menor tempo de infusão entre os valores estudados, uma vez que, essa variável interage tanto com a temperatura quanto com a massa.

A análise de variância (ANOVA) foi realizada com o objetivo de verificar se o planejamento em estudo foi estatisticamente significativo. Os dados estão exibidos na Tabela 18.

Tabela 18- Análise de variância para a infusão do pó da casca de jabuticaba

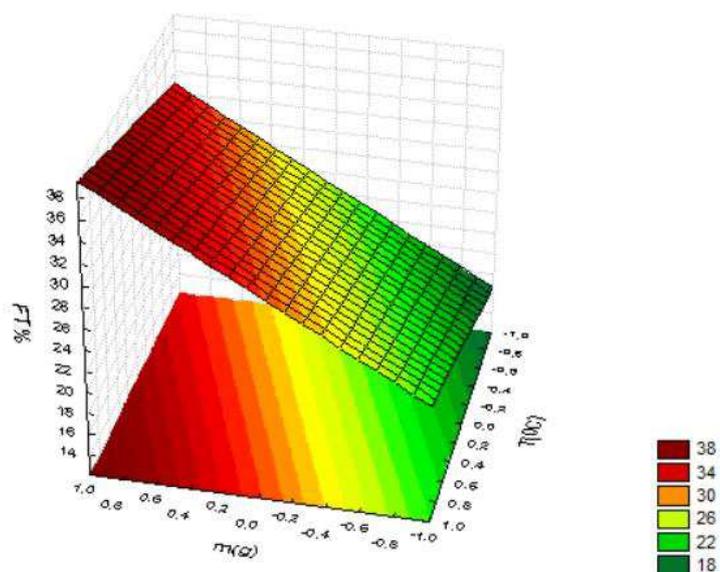
Fonte de variação	Soma Quadrática	Grau de Liberdade	Média Quadrática	Teste F
Regressão	964,4	5,00	192,88	4,2
Resíduo	44,851	5,00	8,97	
F. de Ajuste	42,780			
Erro Puro	2,071			
Total	1009,251	10,00		
R ²	95,6		F _{calculado} = 21,5	F _{tabelado} = 5,05

Verifica-se que o planejamento foi estatisticamente significativo ao nível de 95%, visto que o F_{calculado} foi superior ao F_{tabelado} e a razão entre os mesmos foi superior a 1. Dessa forma a Equação 14 mostra o modelo matemático que representa o efeito das variáveis estudadas, de forma codificada, na obtenção dos compostos fenólicos totais.

$$\%FT = 28 + 8,14 m + 3,27 T - 3,05 m.t - 4,87 t.T - 3,26 t.m.T \dots \dots \dots (14)$$

A Figura 15 exibe a superfície de resposta usando o modelo da Equação 14 quando o tempo é mantido no nível 0.

Figura 15- Influência da temperatura e massa sobre os compostos fenólicos na infusão



A superfície de resposta confirma que os maiores teores de compostos fenólicos são obtidos quando há o aumento da massa e da temperatura de infusão. Logo, nas condições estudadas, a massa deve ser fixada em 2 g e a temperatura em 100 °C, no entanto, em se tratando de compostos termicamente sensíveis recomenda-se que a infusão seja realizada em um menor tempo o qual nesta pesquisa foi de 3 minutos, igualmente ao recomendado pelos fabricantes nas embalagens de chás comerciais.

5 CONCLUSÃO

A casca *in natura* apresentou elevados teores de compostos bioativos e atividade antioxidantes.

Entre as temperaturas utilizadas no processo de secagem para obtenção do pó da casca de jabuticaba, a de 45 °C foi a que mais preservou os compostos fenólicos totais, antocininas e flavonoides com elevado potencial antioxidante, podendo este pó ser considerado uma fonte promissora dessas substâncias.

O armazenamento do pó na temperatura ambiente e o acondicionamento em embalagem metálica flexível ao abrigo da luz, durante o período de 180 dias, impediram grandes alterações nos seus constituintes físico-químicos e compostos bioativos. Os teores de água obtidos permaneceram abaixo do permitido pela legislação vigente para chás, assim como, a atividade de água no final atingindo valores que impossibilita crescimento microbiano, garantindo a integridade do pó.

O planejamento experimental demonstrou que nas condições estudadas com a massa fixada, o recomendado é que a infusão seja realizada em um menor tempo e na maior temperatura, igualmente as condições propostas dos fabricantes contidas nas embalagens de chás comerciais.

Este estudo demonstrou que a infusão do pó da casca de jabuticaba apresenta potencial para o desenvolvimento de uma nova bebida funcional com atividades antioxidantes elevadas e propriedades nutraceuticas benéficas á saúde. Visto que, foram encontradas treze substâncias fenólicas nas condições pesquisadas, dentre as quais destacam-se o ácido gálico, flavonoides, em especial, hesperidin, antocianinas, catequinas, caempferol, rutina e cis-resveratrol, potentes antioxidantes que têm ação preventiva e / ou terapêutica contra doenças crônicas e degenerativas.

6 REFERÊNCIAS

- ABE, L.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Potential dietary sources of ellagic acid and other antioxidants among fruits consumed in Brazil: Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 92,n 8, p. 1679–1687. Jun 2012.
- ABNT: Associação brasileira de Normas Técnicas. **Solo- Análise Granulométrica. NBR- 7181**, 1984.
- ABREU, L. **Estudo do poder antioxidante em infusões de ervas utilizadas como chás**, 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, RS. 2013.
- ACHKAR, M. T.; NOVAES, G. M.; SILVA, M. J. D.; VILEGAS, W. Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: importância na dieta e na conservação de alimentos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 11, n. 2, p. 398-406, ago./dez. 2013.
- ALEZANDRO, M. R; DUBÉ, P; DESJARDINS Y; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Comparative study of chemical and phenolic compositions of two species of jaboticaba: *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg and *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. **Food Research International**, v 54, n. 1, p. 468–477, 2013a.
- ALEZANDRO, M. R.; GRANATO, D.; GENOVESE, M. I. Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg), a Brazilian grape-like fruit, improves plasma lipid profile in streptozotocin-mediated oxidative stress in diabetic rats. **Food Research International**, v. 54, n. 1. p. 650-659, Jul 2013b.
- ALVES, A. P., CORRÊA, A. D., PINHEIRO, A. C. M., de Oliveira, F. C. Flour and anthocyanin extracts of jaboticaba skins used as a natural dye in yogurt. **International Journal of Food Science and Technology**,v. 48, n.10. p. 2007-2013. Oct. 2013.
- ALVES, A. P. C., CORRÊA, A. D., OLIVEIRA, F. C., ISQUIERDO, E. P., ABREU, C. M. P., BORÉM, F. M. Influence of drying temperature on the chemical constituents of jaboticaba (*Plinia Jaboticaba* (Vell.) Berg) skin. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 36, n. 4, p. 721-726, 2014a.
- ALVES, A. P. D. C., CORRÊA, A. D., LINO, J. B. D. R., & MARQUES, T. R. (2014). Physicochemical properties of jaboticaba skin flour stored at room temperature. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 32(2).
- ALVES, A. P. C., CORRÊA, A. D., ALVES, D. S., SACZK, A. A., LINO, J. B. R., CARVALHO, G. A. Toxicity of the phenolic extract from jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg) fruit skins on *Spodoptera frugiperda*. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Santiago de Chile, v. 74, n. 2, p. 200-204, Apr./June 2014b.
- AMODIO, M. L., DEROSI, A, COLELLI G. Modeling phenolic content during storage of cut fruit and vegetables: a consecutive reaction mechanism. **Journal Food Engenharia** 140:1–8. 2014.

ANDRADE, D. R. M., ZIOLKOSKI, D. C., MATOS, C., HELM, C. V. Teste de estabilidade de corante natural da casca 1 de jaboticaba (*myrciaria sp.*) em extrato hidrossolúvel de soja comercial. **XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Cuiabá/MT, 2014.

ANDRADE, D. M. L., REIS, C. F., CASTRO, P. F. S., BORGES, L. L., AMARAL, N. O., TORRES, I. M. S., REZENDE, S. G., GIL, E. S., CONCEIÇÃO, E. C. Vasorelaxant and Hypotensive Effects of Jaboticaba Fruit (*Myrciaria cauliflora*) Extract in Rats. **Hindawi Publishing Corporation**. Article ID 696135, 8 pages Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2015.

ANDROUTSOPOULOS, V. P., PAPAKYRIAKOU, A., VOURLIOMIS, D., TSATSAKIS, A. M.; SPANDIDOS, D. A. Dietary flavonoids in cancer therapy and prevention: substrates and inhibitors of cytochrome P450 CYP1 enzymes. **Pharmacology & Therapeutics**. V.126. p. 9–20. 2010.

ANGELO, P..M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. V. 66(1): 1-9. 2007.

ANJOS, J. C., GONÇALVES, M. P. M., SILVA, V. N., TIRAPELI, K. G., PEREIRA, A. A. F., NAKAMUNE, A. C. M. S. Estudo *in vitro* da atividade antioxidante de (*Hibiscus sabdariffa L.*). *Revista Saúde UniToledo*, v. 01, n. 01, p. 20-30, Araçatuba/SP, 2017.

ANTOLOVICH, M., PRENZLER, P. D., PATSALIDES, E., Mc DONALD, S., ROBARDS. Methods for testing antioxidant activity. **Analyst**, London, v. 127, p. 183-198, 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18. ed. Maryland: AOAC, 2005. 1094 p.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists**. Gaithersburg: AOAC, 2010.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4.ed. Washington: APHA, 2001, 676p.

ARAÚJO, C. R. R., DESSIMONI-PINTO, N. A. V., ESTEVES, E. BATISTA, A. G. Myrciaria cauliflora peel flour had a hypolipidemic effect in rats fed a moderately high-fat diet. *Journal of medicinal food*. 16. 1-6. 2013.

ASQUIERI, R. A, SILVA, A. G, CÂNDIDO, M. Jaboticaba fruit aguardiente made from skin and sediments resulting from the production of fermented jaboticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 29 (4), p. 896-904, ISSN 0101-2061, 2009.

AZSMIR, J.; ZAIDUL. I. S. M.; RAHMAN, M. M; et al. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. **Journal of Food Engineering**, v. 117, p. 426–436, 2013.

BALDIN, J. C., MICHELIN, E. C., Y. J. POLIZER ET AL., "Microencapsulated jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) extract added to fresh sausage as natural dye with antioxidant and antimicrobial activity," **Meat Science**, vol. 118, p. 15–21, 2016.

BARCIA, M. T.; PERTUZATTI, P. B.; JACQUES, A. C.; GODOY, H. T.; ZAMBIAZI, R. Bioactive compounds, antioxidant activity and percent composition of jambolão fruits (*Syzygium cumini*). **The Natural Products Journal**, Washington, v. 2, n. 2, p. 129-138, 2012.

BATISTA, A. G., LENQUISTE, S. A., CAZARIN, C. B. B., SILVA, J. K., FERREIRA, A. L., BOGUS, S. J., HANTAO, L. W., SOUZA, R. N., AUGUSTO, F., PRADO, M. A., MARÓSTICA, M. R. J. Intake of jaboticaba peel attenuates oxidative stress in tissues and reduces circulating saturated lipids of rats with high-fat diet-induced obesity. **Jornal of Functional foods**. Jun. p 450-461. 2014.

BATISTA, A. G., SILVA, J. K., CAZARIN C. B. B., BIASOTO, A. C. T., SAWAYA, A. C. H. F., PRADO, M. A., JÚNIOR, M. R. M. (*Syzygium malaccense*): Bioactive compounds in fruits and leaves. **LWT - Food Science and Technology**. 76. 284 e 291. 2017.

BEHLING, E. B., SENDÃO, M. C., FRANCESCATO, H. D. C., ANTUNES, L. M. G., BIANCHI, M. L. P. Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. **Alimento Nutrição**. Araraquara, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004.

BERNADES, N. R. Quantificação dos Teores de Taninos e Fenóis Totais e Avaliação da Atividade Antioxidante dos Frutos de Aroeira. **Vértices**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 13, n. 3, p. 117-128, set./dez. 2011.

BERTÉ, K. A. S.; BEUX, M. R.; SPADA, P. K. W. D. S.; SALVADOR, M.; RIBANI, R. H. Chemical composition and antioxidant activity of Yerba-Mate (*Ilex paraguensis* A.St.-Hil., 107 Aquifoliaceae) extract as obtained by spray drying. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 5523-5527, 2011.

BETA, F. D., NEHRING, P., SERAGLIO, S. K. T., SCHUL, M. VALESE, A. C., DAGUER, H., GONZAGA, L. V., FETT, R., COSTA, A.C. O. Phenolic Compounds Determined by LC-MS/MS and In Vitro Antioxidant Capacity of Brazilian Fruits in Two Edible Ripening Stages. **Plant Foods for Human Nutrition**. 1-6. 2018.

BORGES L. L.; CONCEIÇÃO, E. C.; SILVEIRA, D. Active compounds and medicinal properties of *Myrciaria* genus. **Food Chemistry** 153. 224–233. 2014.

BOSSO, A., GUAITA, M., PETROZZIELLO, M. Influence of solvents on the composition of condensed tannins in grape pomace seed extracts. **Food Chemistry** 207, p. 162–169, 2016.

BRANDÃO, T. S. O.; SENA, A. R.; TESHIMA, E.; DAVID, J. M.; ASSIS, S. A. Changes in enzymes, phenolic compounds, tannins, and vitamin C in various stages of jambolan (*Syzygium cumini* Lamark) development. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v 31, n. 4, p 849 – 855, 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC. n.12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Brasília, DF**, 2001.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica. **Política nacional de plantas medicinais e fitoterápicos** / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Assistência Farmacêutica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 60 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde).

BRASIL. Inclusão do uso das espécies vegetais e parte (s) de espécies vegetais para o preparo de chás. **A Resolução de Diretoria Colegiada**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, foi editada em complementação as espécies aprovadas pela RDC nº 267, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 25 de fev. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC. Portaria nº 519, de 26 de junho de 1998. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de "Chás - Plantas Destinadas à Preparação de Infusões ou Decocções", constante do Anexo desta Portaria.

BRITO, B. N. C., PENA, R. S., LOPES, A. S., CHIST'E, R. C. Anthocyanins of Jambolão (*Syzygium cumini*): Extraction and pH-Dependent Color Changes. **Journal of Food Science**. v. 82, N. 10. 2017.

BROUILLARD R. Chemical structure of anthocyanins. In: MARKAKIS P (1982) Anthocyanins as Food Colors. **New York, Academic Press**. p.1-39. 1982.

BRUNINI, M. A., OLIVEIRA, A. L., SALANDINI, C. A.; BAZZO, F.R. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) cv 'SABARÁ'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 24, p. 378–383, 2004.

BUNKOVA R, MAROVA I, NEMEC M. Antimutagenic properties of green tea. **Plant Foods for Human Nutrition**. 60: 25-29. 2005.

BURIN, V. M., FERREIRA-LIMA, N. E., PANCERI, C. P., BORDIGNON-LUIZ, M. T. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca* grapes: Evaluation of different extraction methods. **Microchemical Journal**, v 114) 155–163. 2014.

CALLONI, C., AGNOL, R. D., MARTÍNEZ, L. S., SIQUEIRA, M. F., MOURA, S., Salvador, M. Jaboticaba (*Plinia trunciflora* (O. Berg) Kausel) fruit reduces oxidative stress in human fibroblasts cells (MRC-5). **Food Research International** 70. 15–22. 2015.

CAMPOS, M. A. M. M. **Caracterização de propriedades nutricionais e antioxidantes de chás do Arquipélago dos Açores e valorização dos seus resíduos**. Tese (Doutorado). Qualidade Alimentar. Faculdade de Ciências e Tecnologia. Universidade de Lisboa. Portugal. P 363. Dez. 2014.

CANO-CHAUACA, M.; STRINGUETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Emerging Technologies**, v. 6, p. 420-428, 2005.

CAPARINO, O. A., TANG, J., NINDO, C. I., SABLANI, S. S., POWERS, J. R. FELLMAN, J. K. Effect of drying methods on the physical properties and microstructures of mango (Philippine 'Carabao'var.) powder. **Journal of Food Engineering**, vol. 111, p. 135-148, 2012.

CASSIDY, A., MUKAMAL, K. J., LIU, L., FRANZ, M., ELIASSEN, A. H. and RIMM, E. B. A high anthocyanin intake is associated with a reduced risk of myocardial infarction in young and middle-aged women. **Circulation**. 127:188–196. 2013.

CASTAÑEDA-OVANDO, A.; PACHECO-HERNÁNDEZ, M. L.; PÁEZ-HERNÁNDEZ, M. E.; RODRÍGUEZ, J. A.; GALÁN-VIDAL, C. A. Chemical studies of anthocyanins: A review. **Food Chemistry** 113. 859–871. 2009.

CHAN, E.W.C.; LIM Y.Y.; CHONG, K.L.; TAN, J.B.L.; WONG, S.K. Antioxidant properties of tropical and temperate herbal teas. **Journal of Food Composition and Analysis** 23) 185–189, 2010.

CHISTÉ, R. C, COHEN K. O, MATHIAS, E. A, RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.861-864, 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças – Fisiologia e Manuseio**. 2. ed. Lavras: ESAL/ FAEPE, 785 p. 2005.

CHERAGHPOUR, M., IMANI, H., OMMI., S., ALAVIAN, S. M. SHAHRBABA, E. K.-HEDAYATI, M., YARI, Z., HEKMATDOOST, A. Hesperidin improves hepatic steatosis, hepatic enzymes, and metabolic and inflammatory parameters in patients with nonalcoholic fatty liver disease: A randomized, placebocontrolled, double-blind clinical trial. **Phytotherapy Research**. 2019;1–8.

CITADIN, I.; DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z. Jaboticabeiras. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 2, p. 343-656, Jaboticabal, 2010.

CLERICI, M. T. P. S.; CARVALHO-SILVA, L. B. Nutritional bioactive compounds and technological aspects of minor fruits grown in Brazil. **Food Research International**, 44, 1658–1670. 2011.

CORTEZ, R., LUNA-VITAL, D. A., MARGULIS, D., AND MEJIA, E. G. Natural Pigments: Stabilization Methods of Anthocyanins for Food Applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety** - Vol.16, 2017.

COSTA, A. G. V; GARCIA-DIAZ, D. F., JIMENEZ P.; SILVA. P. I. Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red–black berries. **Jornal of Functional**. 5. p 539-543. 2013.

COTINGUIBA, G. G.; SILVA, J. R. do N.; AZEVEDO, R. R. S.; ROCHA, T. J. M. A.; SANTOS, A. F. Método de Avaliação da Defesa Antioxidante: Uma Revisão de Literatura. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**. 15(3): 231-7. 2013.

CROZIER, A., JAGANATH, I. B., e Clifford, M. N. Dietary phenolics: Chemistry, bioavailability and effects on health. **Natural Product Reports**, 26, 1001–1043. 2009.

CRUZ, S. K., MEIRELES, G. C., DUARTE, L. S., SILVEIRA, C. M. da., MOURA, C. M. Secagem de bagaço de oliveira: Influência da velocidade do ar na concentração de compostos bioativos. In: **8º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. Rio Grande do Sul. Anais. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Pampa, 2014.

CURI, P. N, ALMEIDA, A. de B, PIO, R. L, LIMA, C. de O, NUNES, C. A, SOUZA, V. R. Optimization of native Brazilian fruit jelly through desirability-based mixture design **Food Science and Technology**. 1/8. 2018.

DALAR, A., KONCZAK, I. Phenolic contents, antioxidant capacities and inhibitory activities against keymetabolic syndrome relevant enzymes of herbal teas from Eastern Anatolia. **Industrial Crops and Products**. 44, p. 383– 390, 2013.

DAMETTO, A. C. **Estudo químico e avaliação da atividade biológica de *eugenia brasiliensis* e *eugenia involucrata* (Myrtaceae)**. 169f. Tese (Doutorado em Química). Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista. Araraquara.2014.

DASTMALCHI, K., FLORES, G.; PETROVA, V.; PEDRAZA-PENALOSA, P.; KENNELLY, E. J. Edible Neotropical Blueberries: Antioxidant and Compositional Fingerprint Analysis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Davis, v. 59, n.7 p. 3020-3026, Mar. 2011.

DASTMALCHI, K., FLORES, G., WU, S. B., M, C., DABO, A. J., WHALEN, K. EDIBLE. Myrciaria vexator fruits: Bioactive phenolics for potential COPD therapy. **Bioorganic & Medicinal Chemistry**, 20(14), 4549–4555. 2012.

DAVIES, A. J. and MAZZA, G. Copigmentation of simple and acylated anthocyanins with colorless phenolic compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 41(5), pp 716–720.1993.

DEETAE, P., PARICHANON, P., TRAKUNLEEWATTHANA, P., CHANSEETIS, C., LERTSIRI, S. Antioxidant and anti-glycation properties of Thai herbal teas in comparisonwith conventional teas. **Food Chemistry**. 133, p. 953–959, 2012.

DENARDIN, C. C., HIRSCH, G. E., ROCHA, R. F., VIZZOTTO, M., HENRIQUES, J. C. F. M., GUMA, F. T. C.R., EMANUELLI, T. Antioxidant capacity and bioative compounds of four Brazilian native fruits. **Journal of Food and Drug Analysis**. 23. 387-398. 2015.

DESSIMONI-PINTO, N. A. V.; MOREIRA, W. A.; CARDOSO, L. M.; PANTOJA, L. A. A jaboticaba peel for jelly preparation: an alternative technology. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 4, p. 864 – 869, 2011.

DINIZ, P. H. G. D. **Novas estratégias para classificação simultânea do tipo e origem geográfica de chás**. 111p. Tese de Doutorado. Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB. 2013.

DONADIO, L. C. Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg Jaboticabal: **FUNEP (55 p.)**, 2000.

DORNAS, W.C. Flavonóides: potencial terapêutico no estresse oxidativo. **Revista Ciência Farmacêutica. Básica Apl.**, vol.28: p241-249. 2007.

EASTMAN, J. E. MOORE, C. O. **Cold Water Soluble Granular Starch for Gelled Food Composition**. U.S. Patent 4465702, 14 ago. 1984.

EUROMONITOR International, Segundo o relatório da empresa de pesquisa de mercado Euromonitor International, "[Global Tea: Consumer Trends Converge Around Brewed Beverages](#)", chá é a bebida mais consumida no mundo. Acesso internet 06/07/2018 às 16:17 Euromonitor Internacional.

FAGUNDES, A. F., ONUKI, N. S., RAUPP, D. S., GARDINGO, J. R., BORSATO, A. V. Influência do grau de umidade na textura de tomate seco refrigerado ou envasado em óleo. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ciências Exatas e da Terra, Ponta Grossa, v. 11, n1, p. 35-42. 2005.

FARMACOPEIA BRASILEIRA. 5. ed., volume I. Brasília: ANVISA, 2010.

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. **Revista de Alimentos e Nutrição**. Araraquara v. 23, n. 4, p. 603-607, out./dez. 2012.

FERREIRA L. R., VALENTE, J. A. S., FONTES, E. A. F., LOPES, I. P., STRINGHETA, P.C., FERREIRA P. R. Bebida hidroeletrólítica elaborada à base de permeado de leite adicionado de extrato de antocianinas da casca da jaboticaba. **Arquivos Brasileiros de Alimentação**. Recife, v. 3, n. 1, p. 75-81, jan./jun., 2018.

FILIPIAK, K., HIDALGO, M., SILVAN, J. M., FABRE, B., CARBAJO, R. J., PINEDA-LUCENA, A., RAMOS, A., de PASCUAL-TERESA, B., PASCUAL-TERESA, S. Dietary gallic acid and anthocyanin cytotoxicity on human fibrosarcoma HT1080 cells. A study on the mode of action. **Food & Function**. 5:381–389. 2014.

FLORES, G.; DASTMALCHI K.; PAULINO, S.; WHALEN, K.; DABO, A. J.; REYNERTSON K. A.; FORONJY, R. F.; D'Armiento, J. M.; KENNELLY, E. J.; Anthocyanins from *Eugenia brasiliensis* edible fruits as potential therapeutics for COPD treatment. **Food Chemistry** v 134, 1256 –1262. 2012.

FRANÇA, L. F.; MONTEIRO, R. B. B; VASCONCELOS, M. A. M; CORRÊA, N. C. F. Tecnologia de produção de açaí em pó e desengordurado. **Tecnologias para inovação nas cadeias euterpe**. EMBRAPA, p. 186-203. Brasília, 2012.

FRANCIS, F. J. LEE, Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). Anthocyanins as food colors. **New York: Academic**,. p.181-207. 1982.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. Ed. Atheneu, 2008.

FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 28, p. 273-314, 1989.

FRAUCHES, N. S., AMARAL, T. O., LARGUEZA, A. J. T. Brazilian Myrtaceae Fruits: A Review of Anticancer Proprieties. **British Journal of Pharmaceutical Research**, v. 12, n. 1, p. 1-15, 2016.

FULEKI, T., FRANCIS, F.J. Quantitative methods for anthocyanins: 2. Determination of total anthocyanins and degradation index for cranberry juice, **Journal of Food Science**, v. 33, p. 78-83, 1968.

GALLO T. C. B., MOSER, P., TELIS V. R. N. Estabilidade de suco de uva em pó microencapsulado por atomização. **XXXVII ENEMP 18 a 21 de Outubro de 2015**.

GASTALDI, B., MARINO, G., ASSEF, Y., SILVA SOFRÁS, F. M., CATALÁN, C. A. N. GONZÁLEZ, S. B. Nutraceutical Properties of Herbal Infusions from Six Native Plants of Argentine Patagonia. **Plant Foods for Human Nutrition**. P. 1 – 9. 2018.

GEORGEA, S.; BRAT, P.; ALTER, P.; AMIOT, M. J. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, p. 1370-1373, 2005.

GOLDMEYER, B.; PENNA, N. G.; MELO, Â.; ROSA, C. S. Características físico-químicas e propriedades funcionais tecnológicas do bagaço de mirtilo fermentado e suas farinhas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v. 36, n. 4, p. 980-987, Dezembro 2014.

GOMES, E. C.; ELPO, E. R. S.; NEGRELLE, R. R. B. Armazenagem de chás no setor supermercadista. *Tea storage in the supermarket sector*. **Ciência. Tecnologia de Alimentos**. Campinas, 27(4): 675-680, out.-dez. 2007.

GUALBERTO, N. C. et al. avaliação dos compostos bioativos presentes na infusão do chá da flor da *Moringa oleífera l. seca e in natura*. **Revista Tecnológica – Edição Especial** Maringá, p. 265-273, 2015.

GULÇIN, I. Antioxidant activity of food constituents: an overview. **Archives of Toxicology**, v. 86, p. 345-391, 2012.

GURAK, P. D.; DE BONA, G. S.; TESSARO, I. C.; MARCZAK, L. D. F. Jaboticaba pomace powder as co-product of juice extraction: A comparative study of poder

obtained from peel and whole fruit. **Food Research International**. 62. 786 -0792. 2014.

HALLIWELL, B. Dietary polyphenols: good, bad or indifferent for your health. *Cardiovascular Research*, London, v. 73, p. 341-347, 2010

HAYTOWITZ, D. B., BHAGWAT, S. A., PRIOR, R. L., Wu, X., GEBHARDT, S. E., HOLDEN, J. M. Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of selected food. **Nutrient Data Laboratory: Maryland**. 2007.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBILYA, D. J. Flavonoids antioxidants: chemistry, metabolism and structure activity relationships. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, Stonelam, v. 13, n. 9, p. 572-584, Sept. 2002.

HENRIQUEZ, C., CORDOVA, A., ALMONACID, SERGIO., SAAVEDRA, JORGE. Kinetic modeling of phenolic compound degradation during drum-drying of apple peel by-products. **Journal of Food Engineering**. 143. 146–153. 2014.

HEBER, D., ZHANG, Y., YANG, J., MA, J. E., HENNING, S. M., & LI, Z. Green tea, black tea, and oolong tea polyphenols reduce visceral fat and inflammation in mice fed high-fat, high-sucrose obesogenic diets. *Journal of Nutrition*, 144(9), 1385–1393 Sep. 2014.

HERBÁRIO, jaboticaba. Disponível em: <http://herbario.com.br/acesoem:18> acesso em abril de 2018.

HIGDON, J.V.; FREI, B. Tea catechins and polyphenols: health effects, metabolism, and antioxidant functions. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.43,

IBGE. Sistema IBGE de recuperação automática: banco de dados agregados de 2016, com projeção de frutas para 2017. Acesso em: 05 de agosto de 2018.

IBRAF; Instituto Brasileiro de Frutas, 2017. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br>, acessado em :18 abril de 2017.

INADA, K. O. P. et al. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods**. 17. 422–4332. 2015.

INADA, K. O. P., DUARTE, P. A., LAPA, J., MIGUEL, M. A. L., MONTEIRO, M. Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) juice obtained by steam extraction: phenolic compound profile, antioxidant capacity, microbiological stability, and sensory acceptability. **Journal of Functional Foods**. 1-10. 2017.

JIN, L., LI, Xiao-Bai, TIAN, Dan-Qing, FANG, Xian-Ping, YU, Yong-Ming, ZHU, Hui-Qin, GE, Ya-Ying, MA, Guang-Ying, WAN, Wei-Yong, XIAO, Wen-Fei, LI, Mei. Antioxidant properties and color parameters of herbal teas in China. **Industrial Crops and Products** 87. 198–209 2016.

KAHKONEN, M. P., HOPIA, A. I., & HEINONEN, M. Berry phenolics and their antioxidant activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 49(8), 4076–4082. 2001.

KAJIYAMA, T.; PARK, K. J. Influência do tamanho da gota e do teor de água final no tempo de secagem em secador atomizador. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande/PB, v. 12, n. 1, p. 29-36, 2010.

KHAN, N.; MUKHTAR, H. Tea polyphenols for health promotion. **Life Sciences**, V. 81, p. 519-533. 2007.

KATALINIC, V.; MILOS, M.; KULISIC, T.; JUKIC, M. Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. **Food Chemistry** v. 94, p. 550-557, 2006.

LAMOUNIER, M. L., ANDRADE, F. C., MENDONÇA, C. D., MAGALHÃES, M. L. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 70, n. 2, p. 93-104, mar/abr, 2015

LARROSA M, GARCIA-CONESA T, Espín JC and Tomás-Barberán FA, Ellagitannins, ellagic acid and vascular health. **Mol Aspects Med** 31:513–539 (2010).

LE POIDEVIN, N., ROBINSON, L. A. **Métodos de diagnóstico foliar utilizados nas plantações do grupo booker na Guiana inglesa: amostragem e técnica de análise**. 21. Ed. Paris: Fertilê.3-11 p. 1964.

LEITE, A. V., MALTA, L. G., RICCIO, M. F., EBERLIN, M. N., PASTORE, G. M., & Maróstica Júnior, M. R. Antioxidant potential of rat plasma by administration of freeze-dried jaboticaba peel (*Myrciaria jaboticaba* Vell. Berg). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 59 (6), 2277–2283, 2011.

LEE, D. H.; FRANCIS, F. J. **Standardization of pigment analylis**. 1972.

LEE, A. H., Su, D., Pasalich, M., & Binns, C. W. Tea consumption reduces ovarian cancer risk. **Cancer Epidemiology**, 37(1), 54–59. 2013.

LEITE-LEGATTI, A. V., BATISTA A. G., DRAGANO. N R V., MARQUES, A.C., MALTA L.G., RICCIO, M. F. Jaboticaba peel: Antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. **Food Research International**. 49, 596–603. 2012.

LENQUISTE, S. A.; BATISTA, A. G.; SILVA MARINELI, R.; DRAGANO, N. R. V.; MARÓSTICA JR, M. R. Freeze-dried jaboticaba peel added to high-fat diet increases HDL-cholesterol and improves insulin resistance in obese rats. **Food Research International**, v. 49, p. 153–160, 2012.

LENQUISTE, S. A.; MARINELI, R. DA S.; MORAES, E. A.; DIONÍSIO, A. P.; BRITO, E. S.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Jaboticaba peel and jaboticaba peel aqueous extract shows in vitro and in vivo antioxidant properties in obesity model. **Food Research International**. 2015.

LI, L., WANG, L., WU, Z., YAO, L., WU, Y., HUANG, L., LIU, K., ZHOU, X., GOU, D. Anthocyanin-rich fractions from red raspberries attenuate inflammation in both RAW264.7 macrophages and a mouse model of colitis. **Scientific Reports**. 4:6234. 2014.

LI, D., WANG, P., LUO Y., MENG YAO, ZHAO, and FANG CHEN. Health benefits of anthocyanins and molecular mechanisms: Update from recent decade. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. 17. 2-14. 2017.

LIMA, A. J. B., CORRÊA, A. D., SACZK, A. A., MARTINS, M. P., CASTILHO, R. O. Anthocyanins, pigment stability and antioxidant activity in jaboticaba [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 33(3), 877–887. 2011a.

LIMA, A.J.B., CORRÊA, A.D., DANTAS-BARROS, A.M., NELSON, D.L., AMORIM, A.C.L. Sugars, organic acids, minerals and lipids in jaboticaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 33, 540-550. 2011b.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C.; ABREU, C. M. P.; BARROS, A. M. D. Caracterização química do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latino Americanos de Nutricion. Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición**. Vol. 58, Nº 4, p. 416-421, Caracas/Venezuela, 2008.

LORENZI, H., BACHER, L., LACERDA, M., SARTORI, S. **Brazilian fruits & cultivated exotics**. for consumin in natura. Avenida Brasil: Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda, 2000

LUCCA, P. S. R. Avaliação farmacognóstica e microbiológica da droga vegetal camomila (*Chamomilla recutita* L.) comercializada como alimento em Cascavel – Paraná, **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 153-156, 2010.

MACHADO, W. M.; PEREIRA, A. D.; MARCON, M. V. Efeito do processamento e armazenamento em compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças. **Agricultural Science and Engineering**, v. 19, n. 1, p. 17-30, 2013.

MACHRY, K., CAGLIARI, A., LUNARD, H., ROSA, G. secagem convectiva de casca de jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) e sua influência sobre o conteúdo de antocianinas. **XII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica UFSCar – São Carlos – SP**. 16 a 19 de Julho de 2017.

MACHADO A. M. R.; SANTIAGO, M. C. P. A., BORGUINI, RG, Godoy R. L.; GOUVÊA A.C. M. S.; PACHECO, S.; NASCIMENTO, L. S. M. Identificação e quantificação de antocianinas na casca de jaboticaba liofilizada. **XVIII Encontro Nacional de Analistas de Alimentos – ENAAL IV Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos**– São Paulo – SP. 15 a 18 de setembro de 2013.

MAGALHÃES, P. C., RODRIGUES, W. A., DURÃES, F. O. M. Tanino no grão de sorgo. Bases fisiológicas e métodos de determinação. EMBRAPA. Sete Lagoas. 26p. Circular técnica, 27. 1997.

MAGALHÃES, L. M.; SEGUNDO, M. A.; REIS, S.; LIMA, J. L. F. C. Methodological aspects about *in vitro* evaluation of antioxidant properties. **Analytica Chimica Acta**, v. 613, p. 1 – 19, 2008.

MALLACRIDA, S. R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **CEPPA**, 24: 59-82. 2006..

MARTINS, Sá, L. Z. M., CASTRO, P. F., LINO, F. M.A., BERNARDES, M. J., VIEGAS, J. C., DINIS, T. C. P., SANTANA, M. J., ROMAO, W., VAZ, B. G., LIÃO, L. M., GHEDINI P. C., ROCHA, M. L., GIL, E. S. Antioxidant potential and vasodilatory activity of fermented beverages of jaboticaba berry (*Myrciaria jaboticaba*). **Journal of Functional Foods**, 8, 169 – 179. 2014.

MATSUBARA, S.; DELIA B.; RODRIGUEZ, A. Conteúdo de miricetina, quercetina e kaempferol em chás comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 2, p 380-385, 2006.

MAURAY, A., FELGINES, C., MORAND, C., MAZUR, A., SCALBERT, A. and MILENKOVIC, D. Bilberry anthocyanin-rich extract alters expression. of genes related to atherosclerosis development in aorta of apo E-deficient mice. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**. 22:72–80. 2012.

MEIRA, N. A. N., PEREIRA, N. P., MACIEL, L. F., OLIVEIRA, D. D., NASCIMENTO, I. S., SILVA, R. A. Flavonoides e antocianinas em myrciaria cauliflora (jaboticaba) visando à aplicabilidade cosmética. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.17, n.3, Jul. ISSN 1518-8361. Set./2016.

MELO FILHO, A. B.; VASCONCELOS, M. A. S. **Química de alimentos**. Recife: UFRPE, 78 p. 2011.

MELO, E. A., MACIEL, M. I. S., LIMA, V. L. A. G., NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. vol. 44, n. 2, abr./jun., 2008.

MENDEL, S.; YODIM M. B. Catechin polyphenols: neurodegeneration and neuroprotection in neurodegenerative diseases. **Free Radical Biology and Medicine**. 37: 304-317. 2004.

MICHELETTI, J., SOARES, J. M., FRANCO, B. C., CARVALHO, I. R. A., CANDIDO, C. J., SANTOS, E. F., NOVELLO, D. The addition of jaboticaba skin flour to muffins alters the physicochemical composition and their sensory acceptability by children. **Brazilian Journal of Food Technology**. v. 21, 2018.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic AID reagent for determination of reducing sugars. **Analitica Chemistry**, v.31, p. 426-428, 1959.

MOLDOVAN, B.; HOSU, A.; DAVID, L.; CIMPOIU, C. Total Phenolics, Total Anthocyanins, Antioxidant and Pro-oxidant Activity of Some Red Fruits Teas. **Acta Chimica Slovénia** 63, 213–219. 2016.

MORAIS, F. J. E.; SOUZA, E. C.; TEIXEIRA, M. M. O.; COSTA, B. I. C.; SANTOS, A. S. Caracterização físico-química de chá misto de amora (*Rubus ssp*) e hibisco (*Hibiscus sadariffa*). **57º Congresso Brasileiro de Química**. Gramado/RS, 2017.

MORALES-SOTO, A., SALAS, P. G., PEREZ, C. R., SANCHEZ, C. J., GURREA, M. L. C., CARRETERO, A. S., GUTIÉRREZ, A. F. Antioxidant capacity of 44 cultivars of fruits and vegetables grown in Andalusia (Spain). **Food Research International**, Essex, v. 58, p. 35–46, 2014.

MOURA, C. A. **Caracterização e aplicação da casca residual do processamento da jabuticaba**. Tese (Doutorado). Universidade do Estadual do Paraná – UNIESTE. Engenharia Agrícola. Sistemas Biológicos e Agroindustriais. 135p. Cacavel. Paraná. PR. 2016.

MORTON, J. **Fruits of warm climates**. Winterville, NC: Creative Resource Systems Inc, p. 386–388, 1987

MORZELLE, M. C. **Efeito neuroprotetor da casca de romã (*Punica granatum*)**. Tese - Pós-Graduação em Ciências de Alimentos - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Paulo. 125 p. 2016.

MOTTA, J. D, QUEIROZ, A. J. de M, FIGUEIRÊDO, R. M. F, SOUSA, K. S. M. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**. P. 74-82, 2015.

MÜLLER, L.; FRÖHLICH, K.; BÖHM, V. Comparative antioxidante activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidante power (FRAP) ABTS bleaching assay (a TEAC), DPPH assay and peroxy scavenging assay. **Food Chemistry**, Barking, v. 129, n. 1, p.139-148, 2011.

NASCIMENTO, L. T; STRINGHETA, P. C; ALVES, F. O. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, v. 55, n. 4, 2008.

NEILSON, A. P., FERRUZZI, M. G. Influence of formulation and processing on absorption and metabolism of flavan-3-ols from tea and cocoa. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 2, p. 125-151, 2011.

C S.H., PARK, S.W. Edible berries: Bioactive components and their effect on human health. **Nutrition**. v. 30, n.2, p134-144. 2014.

NERI-NUMA, I. A. SANCHO, R. A. S., PEREIRA, A. P. A., PASTORE, G. M. Small Brazilian wild fruits: Nutrients, bioactive compounds, health-promotion properties and commercial interest. **Food Research International**. 103. 345–360. 2018.

OLIVEIRA, E.R., CALIARI, M., SOARES JUNIOR, M.S., BOAS, V. & de BARROS, E.V. Bioactive composition and sensory evaluation of blended jambolan (*Syzygium*

cumini) and sugarcane alcoholic fermented beverages. *Journal of the Institute of Brewing*, 122, 719–728. 2016.

OLIVEIRA, F. C., MARQUES, T. R., MACHADO, G. H. A., CARVALHO, T. C. L., CAETANO, A. A., BATISTA, L. R., CORRÊA, A. D. Jabuticaba skin extracts: phenolic compounds and antibacterial activity. **Brazilian Journal Technology**. Campinas, v. 2018.

OLIVEIRA, V. B., YAMADA, L. T., FAGG, C. W., & BRANDÃO, M. G. L. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, 48, p.170–179, 2012.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de alimentos**. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 294p. 2005.

PADILHA, M. R. F., SHINOHARA, N. K. S., FERREIRA, E., MACEDO, I. M. E., MACHADO, J., CARVALHO-NETO, P. M. Formulation of morning product using food residues. *Revista Geama, Recife*. Online version ISSN: 2447-0740. 2017.

PAN, H., GAO, Y., & TU, Y. Mechanisms of body weight reduction by black tea polyphenols. **Molecules**, 21(12), 1659. 2016.

PANSERA, M. R.; SANTOS, C. A. C.; PAESE, K.; WASUM, R.; ROSSATO, M., ROTA, L. D.; PAULETTI, G. F.; SERAFINI, L. A. Analises de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 13, n. 1, 17-22. 2003.

PARK, K., JIN; B., BROD, A.; REIS, F. P. Drying of pear d'Anjou with and without osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering**, Campinas, v. 56, p.97-103, mar. 2002.

PARK, K. J. BRANDINI., PARK, K. J., ALONSO, L. F. T., CORNEJO, F. E. P., FABBRO, I. M. D. Secagem: fundamentos e equações. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.16, n.1, p.93-127, 2014.

PAULA J.; DE SOUSA, R. A.; MENEGON, R. F.; JOAQUIM W. M.; S. ROJAHN I. Avaliação da qualidade dos frutos de funcho (*foeniculum vulgare mill.*) Utilizados no preparo de chás. **Revista Univap**, São José dos Campos-SP-Brasil, v. 19, n. 33, set.. 2013.

PAZ, M. GÚLLON, P. M., BARROSO, F., CARVALHO, A. P., DOMINGUES, V. F., GOMES, A. M., BECKER, H., LONGHINOTTI, E., MATOS, C. D. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, Barking, v. 172, p. 462–468, 2015.

PEREIRA, A. V., ALMEIDA, T. C., BELTRAME, F. L., COSTA, M. E., GARRIDO, L. H. Determinação de compostos fenólicos em amostras comerciais de chás verde e preto - *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. **Acta Scientiarum. Health Sciences**. Maringá, v. 31, n. 2, p. 119-124, 2009.

PEREIRA, E. P. R., FARIA, J. A. F., CAVALCANTI, R. N., GARCIA, R. K. A., SILVA, R., ESMERINO, E. A., CAPPATO, L. P., ARELLANO, D. B., RAICES, R. S. L., SILVA, M. C., PADILHA, M. C., MEIRELES, M. A., BOLINI, H. M. A., & CRUZ, A. G. Oxidative stress in probiotic Petit Suisse: Is the jaboticaba skin extract a potential option. *Food Research International*, 81(1), 149-156. 2016.

PEREIRA, L. D., BARBOSA, J. M. G.; SILVA, A. J. R.; FERRI, P. H.; SANTOS, S. C. Polyphenol and Ellagitannin Constituents of Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) and Chemical Variability at Different Stages of Fruit Development. P. 1-11. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 2017.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; ARRANZ, S.; TABERNERO, M.; DÍAZ-RUBIO, M. E.; SERRANO, J.; GONI, I.; SAURA-CALIXTO, F. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: extraction, measurement and expression of results. **Food Research International**, Essex, v. 41, n. 3, p. 274-285, 2008.

PIMENTA B. C. R. et al. Improving stability of antioxidant compounds from *Plinia cauliflora* (jaboticaba) fruit peel extract by encapsulation in chitosan microparticles. p. 1-26. **Journal of Food Engineering**. 2018.

PIMENTEL-SOUZA¹ J. D. R.; SOUZA D. S.; GUALBERTO, N. C.; RAMALHO, S. A.; MOREIRA, J. J. S.; NARAIN, N. Functional quality of comercial green tea. **Revista Nutrição**. Campinas, 25(6):753-763, nov./dez., 2012.

PINTO, M. S; CARVALHO, J. E; LAJOLO F. M; GENOVESE, M. I; SHETTY, K. Evaluation of antiproliferative, anti-type 2 diabetes and anti-hypertension potentials of ellagitannins from strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.) using *in vitro* models. **Journal of Medicinal Food** 34:639–660. 2010.

PINTO, M. S. Tea: **a new perspective on health benefits**. Food Research International V. 53, ed. 2, out. p 558-567. 2013.

PLAZA, M, BATISTA,; A. G, CAZARIN C. B. B,; SANDAHL, M. C. T,; ÖSTMAN, E; JÚNIOR, M. R. M. Characterization of antioxidant polyphenols from *Myrciaria jaboticaba* peel and their effects on glucose metabolism and antioxidant status: A pilot clinical study. **Food Chemistry**. 185–197. 211. 2016.

POLESI, L. F. Amido resistente obtido a partir de amido de leguminosas e de seus hidrolisados. **Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo**. 2009.

PRADO, Ana Cristina. P. do. **Avaliação da atividade antioxidante da casca e torta de noz-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch]**. 2008. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

PREEDY, V. **Tea in health and disease prevention**. 1st edition. San Diego: Academic Press, 2012.

REIN, M. **Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins.** University of Helsinki Department of Applied Chemistry and Microbiology Food Chemistry Division Helsinki. 2005.

REVILLA, E., GARCIA-BENEYTEZ, E., CABELLO, F., MARTIN-ORTEGA, G., & RYAN, J. M. Value of high-performance liquid chromatographic analysis of anthocyanins in the differentiation of red grape cultivars and red wines made from them. **Journal of Chromatography A**, 915(1–2), 53–60. 2001.

RIEHLE, P.; VOLLMEr, M.; ROHN, S. Phenolic compounds in *Cistus incanus* herbal infusions - Antioxidant capacity and thermal stability during the brewing process. **Food Research International**, V. 53(2), p. 891-899. 2013.

REYNERTSON, K. A., YANG, H., JIANG, B., BASILE, M. J., KENNELLY, E. J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food chemistry**, 109 (4), p. 883-890, 2008.

REYNERTSON, K. A.; SILVA, G. J. F.; CONSTANT, P. B. L.; FIGUEIREDO, R. W.; MOURA, S. M. Bioactive depsides and 25. anthocyanins from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Brazilian Journal of Food & Nutrition / Alimentos e Nutrição**. Sep, Vol. 21 Issue 3, p429-436. 8p. 6 Charts, 2 Graphs. 2010.

ROCHA, W. S.; R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1215 – 1221, 2011.

ROCHA, M. L, GIL, E. S. Antioxidant potential and vasodilatory activity of fermented beverages of jaboticaba berry (*Myrciaria jaboticaba*). **Journal of Functional Foods** 8 169–179. 2014.

ROCKENBACH, I.I.; RODRIGUES, E.; CATANEO, C.; GONZAGA, L.V.; LIMA, A.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Ácidos fenólicos e atividade antioxidante em fruto de *Physalis peruviana* L. **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.3, p. 271-276, 2008.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. de G.; PEREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH.** Comunicado Técnico 127. 4p. Julho. Fortaleza, CE. 2007.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. de G.; PEREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS.** Comunicado Técnico 127. 4p. Julho. Fortaleza, CE. 2007.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., BRITO, E. S., PÉREZ-JIMÉNEZ, J., SAURA-CALIXTO, F. D., MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, 121(15), p. 996–1002. 2010.

RUFINO, M. S. M., ALVES, R. E., FERNANDES, F. A. N., BRITO, E. S. Free radical scavenging behavior of ten exotic tropical fruits extracts. *Food Research International*, 44, p. 2072–2075, 2011.

SANLIER, N., GOKCEN, B. B., ALTUĞ, M. Tea consumption and disease correlations. *Trends in food science & technology*, v. 78, p. 95-106, 2018.

SAMANIEGO-SÁNCHEZ, C.; INURRETA-SALINAS, Y.; QUESADA-GRANADOS, J.J.; BLANCA-HERRERA, R.; VILLALÓN- MIR, M.; SERRANA, H. L-G de la; MARTINEZ, L.M.C. The influence of domestic culinary processes on the Trolox Equivalent Antioxidant Capacity of green tea infusions. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24, pp. 79-86. 2011.

SANTIAGO, A. M; **Estudo do Potencial de cascas do Umbu (*Spondia tuberosa*), jabuticaba), goiaba (*psidium guajava*) na produção e recuperação da exopoligalacturonase.** Tese de Doutorado, UFCG, Paraíba, 2012.

SANTOS, H. C., SILVA, V. S. CONRADO, L. S. Extração e quantificação de antocianinas totais da casca roxa da batata doce. **XX simpósio nacional de bioprocessos xi simpósio de hidrólise enzimática de biomassa** 01 a 04 de setembro de Fortaleza. Ceará, Brasil. 2015.

SANTOS, J. S., DEOLINDO, C. T. P., ESMERINO, L. A., GENOVESE, M. I., FUJITA, A., MARQUES, M. B., ROSSO, N. D., DAGUER, H., VALESE, A. C., GRANATO, D. Effects of time and extraction temperature on phenolic composition and functional properties of red rooibos (*Aspalathus linearis*). *Food Research International*. 89 476–487. 2016.

SANTOS, J. T. S.; LEITE, J. V.; ANJOS D. A.; OLIVEIRA, P. N.; A. M. Oliveira Júnior; SOUZA, D. F.S. Evaluation of different drying models for jabuticaba peel, dried in spouted bed dryer through performance indicators and the impact on anthocyanins. *Scientia Plena*. 14, 064210. 2018.

SANTOS, D. T.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Extraction of antioxidante compounds from Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). *Journal of Food Engineering*, v. 101, p. 23-31, 2010.

SANTOS, E. H. de B, AZEVÊDO L. C, BATISTA, F. P. R, PEREIRA, M. L. LIMA, M.S. Caracterização química e sensorial de uvas desidratadas, produzidas no Vale do São Francisco para infusão. *Revista Semiárido De Visu*. v.1, n.2, p.134-147, 2011.

SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jabuticabeira por enxertia e alporquia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 32, n. 2, p. 571-576, 2010.

SATO, A. C. K.; CUNHA, R. L. Effect of particle size on rheological properties of jaboticaba pulp. *Journal of Food Engineering*, Essex, v. 91, n. 4, p. 566–570, 2009.

SCHMITZ, W., SAITO, A. SARIDAKIS, E. H. O. O chá verde e suas ações como quimioprotetor Green tea as a chemoprotector. **Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 26, n. 2, p.119-130, jul./dez. 2005.

SERAGLIO, S. K. T., SCHULZ, M., NEHRING, P., BETTA, F. D., VALESE, A. C., DAGUER, H., GONZAGA, L. V., FETT, R., COSTA, A. C. O. Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening. **Food Chemistry**, 239, p. 649-656, 2018.

SENGER, A. E. V. R.; SCHWANKE C. H. A.; GOTTLIEB, M. G. V. Chá verde (*Camellia sinensis*) e suas propriedades funcionais nas doenças crônicas não transmissíveis. **Scientia Medica**. Porto Alegre. volume 20, número 4, p. 292-300. 2010.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, JG. J. F.; CONSTANT, P. B. L.; FIGUEIREDO, R. W.; 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, jul./set. 2010.

SILVA, P. I., STRINGHETA, P.C., TEÓFILO, R. F., OLIVEIRA, I.R.N. Parameter optimization for spray-drying microencapsulation of jaboticaba (*Myrciaria jabotica*) peel extracts using simultaneous analysis of reponses. *Journal of Food Engineering* 117. 538-544. 2013.

SILVA, N., JUNQUEIRA, V. C. A., SILVEIRA, N. F. A., TANIWAKI, M. H., SANTOS, R. F. S., GOMES, R.A.R. **Manual de Métodos de Análises Microbiológica de Alimentos e Água**. 4ª ed. – São Paulo: Livraria Varela, 632p. 2010.

SILVA, L. M. R. et al. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, v. 143, p. 398-404, 2014.

SILVA, S. S., SOUZA, S. M. A. Aproveitamento da casca e polpa de jmelão (*Syzygium cumini Lamarck*) para produção de farinha com potencial antioxidante para uso de barra de mel contendo derivados de mandioca e cereal. **Anais Seminário de Iniciação Científica**. Universidade de Feira de Santana. 2017.

SILVA, J. K., BATISTA, Â. G., CAZARIN, C. B. B., DIONÍSIO, A. P., BRITO, E. S., MARQUES, A. T. B., MARÓSTICA, M. R. J. Functional tea from a Brazilian berry: Overview of bioactives in the aqueous extract of jaboticaba peel. **Food Science and Technology**. 2016.

SINGH, B., SINGH, J. P., KAUR, A., SINGH, N. Insights into the phenolic compounds present in jambolan (*Syzygium cumini*) along with their health-promoting effects. **International Journal of Food Science and Technology**. v 53, p. 2431–2447. 2018.

SOBRINHO, T. J. S. P., GOMES, T. L. B., CARDOSO, K. C. M., AMORIM, E. L. C. Otimização de metodologia analítica para o doseamento de flavonoides de *Bauhinia Cheilantha* (BONGARD) STEUDEL. **Química Nova**, Vol. 33, No. 2, 288-291. 2010.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L.M.; LIMA, A. de. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciências. agrotecnologia.**, Lavras, v. 35, n. 3, p. 554-559, maio/jun., 2011.

SOUZA, A. V. R., RODRIGUES, J., GOMES, E. P., GOMES, G. P., VIEITES, R. L. Caracterização bromatológica de frutos e geleias de amora-preta. **Revista Brasileira Fruticultura**. v. 37. n. 1. p. 013-019. São Paulo. 2015.

SOUZA, P. G. **Produção e caracterização de açaí (*euterpe oleracea* mart.) desidratado em pó por *cast-tape* drying**. Dissertação. UFSC. 2015.

SOUZA, C. G., ANDRADE, D. M. L., JORDÃO, J. B. R., ÁVILA, R. I., BORGES, L. L. VAZ, B. G., VALADARES, M. C., GIL, E. de S., CONCEIÇÃO, E. C., ROCHA, M. L. Radical Scavenger Capacity of Jaboticaba Fruit (*Myrciaria cauliflora*) and Its Biological Effects in Hypertensive Rats. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity** V. 10. 2017

STRATHEARN, K. E., YOUSEF, G. G., GRACE, M. H., ROY, S. L., TAMBE, M. A., FERRUZZI, M. G., WU, Q. L., SIMON, J. E., LILA, M. A. and ROCHET, J. C. Neuroprotective effects of anthocyanin- and proanthocyanidin- rich extracts in cellular models of Parkinson's disease. **Brain Research**. 60–77. 2014.

SZYMCZYCHA-MADEJA, A., WELNA, M., POHL, P. Elemental analysis of teas and their infusions by spectrometric methods. **Trends in Analytical Chemistry**, 35, p. 165–181. 2012.

TACANAKA, T.; WATARUM, S.; MATSUO, Y.; KAMEI, M. ; KOUNO, I. Production of theasinensins A and D, epigallocatechin gallate dimers of black tea, by oxidation–reduction dismutation of dehydrotheasinensin. **Tetrahedron** Volume 59, Issue 40, 29 Pages 7939-7947. September 2003.

TAN, LI-HONG D.; ZHANG, D.; WANG, G.; YU, B.; ZHAO. Sheng-Ping; Wang, Jian-Yao L. CAO, Wei-Guo. Comparative analyses of flavonoids compositions and antioxidant activities of Hawk tea from six botanical origins. **Industrial Crops and Products**. 80 p. 123–130. 2017.

TAVARES, I. M. d .C., LAGO-VANZELA, E. S., REBELLO, L. P. G. et al. Comprehensive study of the phenolic composition of the edible parts of jambolan fruit (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). **Food Research International**, 82, 1–13. 2016.

TEIXEIRA, L. N., STRINGHETA, P. C., OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**. 2008.

TOMATA, Y., SUGIYAMA, K., KAIHO, Y., HONKURA, K., WATANABE, T., ZHANG, S., et al. Green tea consumption and the risk of incident dementia in elderly Japanese: The ohsaki cohort 2006 study. **American Journal of Geriatric Psychiatry**, 24. (10), 881–889 Oct. (2016).

TONON, R. V., BRABET, C., HUBINGER, M. D. Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí. **Inclusão Social**. Brasília. DF. v. 6 n. 2, p.70-76, jan./jun. 2013.

VEDANA, M. I. S.; ZIEMER, C.; MIGUEL, O.G.; PORTELLA, A.C.; CANDIDO, L.M.B. The effect of processing on the antioxidant activity of grape. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.19, n.2 , p. 159-165 , abr./jun. 2008.

VIGNA BRASIL. <http://vignabrasil.com.br/regulatory/news/brasil-desperdica-quase-metade-da-producao-total-2/>. Acesso em 18/07/2018

VITALLI, A. A., QUAST, D.G, D. G. **Vida de Prateleira de alimentos In: Reações de vida-de-prateleira de alimentos processados**. ITAL, 3ª ed.; Campinas, 49 -58p. 2004.

VUONG, Q. V, GOLDING, J. B, STATHOPOULOS, C. E, NGUYEN, M. H, ROACH, PD. **Optimizing conditions for the extraction of catechins from green tea using hot water**. **J Separation Sci**. 2011.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C. Flavonóides anthocyanins: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 141-149, 2008.

WANG, C., YATSUYA, H., TAMAKOSHI, K., UEMURA, M., LI, Y., WADA, K., YAMASHITA, K., KAWAGUCHI, L., TOYOSHIMA, H. and AOYAMA, A. Positive association between high-sensitivity C-reactive protein and incidence of type 2 diabetes mellitus in Japanese workers: 6-year follow- up. **Diabetes Metabolism Research and Reviews**. 29:398–405. 2013.

WANG, W., YANG, Y., ZHANG, W., & WU, W. Association of tea consumption and the risk of oral cancer: A meta-analysis. **Oral Oncology**, 50(4), p. 276–281. 2014.

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: Determinaiton of total phenolics. In R. E. Wrolstad (Ed.), **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: John Wiley & Sons. 2002.

WEST, M. E., MAUER, L. J. Color and chemical stability of a variety of anthocyanins and ascorbic acid in solution and powder forms. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 61. 17, 4169–4179. 2013.

WU, S. B., DASTMALCHI, K., LONG, C. L., & KENNELLY, E. J, Metabolite profiling of jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) and other dark-colored fruit juices. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 60, p. 7513–7525, 2012.

WU, S. B., LONG, C., KENNELLY, E. J, Phytochemistry and health benefits of jaboticaba, an emerging fruit crop from Brazil. **Food Research International** 54, 148–159 p, 2013.

WU, D., SUN, D. W. Colour measurements by computer vision for food quality control—A review. **Trends Food Science Technology**. 29. 1, 5–20. 2013.

YANG, T., REN, C., JIANG, A., YU, Z., LI, G., WANG, G., ZHANG, Q. RIZ1 is regulated by estrogen and suppresses tumor progression in endometrial cancer. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, 489(2), 96–102. 2017.

YU, X. H., WANG, Y. F., DAI, F.Y., ZHAO, J. H., LI P. The protective effects of Berberine and Hesperidin on inflammatory factor-stimulating cardiac fibroblasts. **European Review for Medical and Pharmacological Sciences**. 5468 – 5476. 2019.

ZAGO, M. F. C., CALIARI, M., SOARES JÚNIOR, M. S., CAMPOS, M. R. H., BATISTA J. E. R. Jaboticaba peel in the production of cookies for school food: technological and sensory aspects. **Ciências Agrotecnologia**. Lavras, v. 39, n. 6, p. 624-633, nov./dez., 2015.

ZIELINSKI A. A. F., HAMINIUK C.W.I., ALBERTI A., NOGUEIRA A., DEMIATE I.M. & GRANATO, D. A comparative study of the phenolic compounds and the in vitro antioxidant activity of different Brazilian teas using multivariate statistical techniques. **Food Research International**, 60, 246–254. 2014

APÊNDICE A

Tabela 17 – Extração dos compostos fenólicos (mg . L⁻¹) da infusão de jabuticaba por HPLC

Exp. (Nº)	Massa (g)	t (min)	T (°C)	Ac. Gálico	Hesperidin	Cis-Resveratrol	Procyanidin B1	Catechin	Procyanidin B2	Epigallocatechin gallate	Epicatechin gallate	Caftaric acid	Ac. Chlorogenic	Miricetin	Quercitin 3-Glucoside	Rutin	Kaempferol 3-glucoside	Total de compostos
1	1	3	80	0	1,72	0,43	0,63	1,18	1,15	0,14	0	1,17	0	0	0,14	0,70	1,22	8,51
2	2	3	80	10,46	0,80	0,86	1,24	2,33	3,06	0,23	0	2,65	0,1	0,12	0,21	3,31	2,35	27,74
3	1	7	80	6,25	4,48	0,52	0,30	1,48	1,95	0,14	0,32	1,64	0	0	0,14	1,78	1,45	20,16
4	2	7	80	10,59	10,66	1,00	0,50	2,58	3,70	0,24	0,23	3,17	0,12	0,21	0,25	4,17	2,73	40,23
5	1	3	100	5,78	5,87	0,55	0,27	1,45	1,93	0,15	0,42	1,58	0	0,09	0,19	2,30	1,54	21,64
6	2	3	100	11,17	13,22	1,12	0,44	2,74	3,95	0,28	0,32	5,56	0	0,27	0,22	5,14	3,04	47,61
7	1	7	100	7,03	7,55	0,70	0,31	1,76	2,44	0,17	0,33	2,08	0	0,13	0,25	2,95	1,92	26,87
8	2	7	100	0	8,65	1,16	0,45	2,68	3,61	0,24	0,30	3,03	0	0,24	0,26	3,40	3,13	27,15
9	1,5	5	90	8,74	7,61	0,81	0,37	2,17	2,96	0	0,35	2,37	0	0,47	0,26	0,9	2,23	28,39
10	1,5	5	90	8,79	9,24	0,85	0,37	2,25	3,10	0	0,36	2,64	0	0,17	0,25	0,1	2,33	29,62
11	1,5	5	90	8,76	9,12	0,85	0,39	2,25	3,12	0	0,37	2,62	0	0,17	0,26	0,1	2,34	30,40