



ANA PAULA DE CARVALHO ALVES

**FARINHA DE CASCA DE JABUTICABA:
ARMAZENAMENTO E APLICAÇÕES**

LAVRAS – MG

2014

ANA PAULA DE CARVALHO ALVES

**FARINHA DE CASCA DE JABUTICABA: ARMAZENAMENTO E
APLICAÇÕES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, área de concentração em Química/Bioquímica, para a obtenção do título de Doutor.

Orientadora

Dra. Angelita Duarte Corrêa

Coorientadores

Dr. Geraldo Andrade de Carvalho

Dr. Eduardo Mendes Ramos

LAVRAS - MG

2014

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Alves, Ana Paula de Carvalho.

Farinha de casca de jaboticaba : armazenamento e aplicações /
Ana Paula de Carvalho Alves. – Lavras: UFLA, 2014.
103 p.: il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Angelita Duarte Corrêa.

Bibliografia.

1. *Plinia jaboticaba*. 2. Armazenamento. 3. Inseticida. 4.
Apresentado. 5. Compostos fenólicos. I. Universidade Federal de
Lavras. II. Título.

CDD – 664.80442

ANA PAULA DE CARVALHO ALVES

**FARINHA DE CASCA DE JABUTICABA: ARMAZENAMENTO E
APLICAÇÕES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, área de concentração em Química/Bioquímica, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 21 de novembro de 2014.

Dra. Nísia Andrade Villela Dessimoni Pinto UFVJM

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro UFLA

Dra. Alcinéia de Lemos Souza Ramos UFLA

Dr. Jaime Vilela de Resende UFLA

Angelita Duarte Corrêa

Dra. Angelita Duarte Corrêa

Orientadora

Dr. Geraldo Andrade de Carvalho

Dr. Eduardo Mendes Ramos

Coorientadores

LAVRAS – MG

2014

DEDICO

À minha mãe e ao meu irmão
João Paulo, por todo o amor e
por sempre acreditarem em mim

Ao meu marido Evandro
pelo companheirismo, amor e
ajuda e a minha filha Maria Luísa
por ser a grande alegria
da minha vida

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora Aparecida por todos os milagres realizados na minha vida.

À minha família pelo apoio, em especial a minha mãe, meu irmão João Paulo, meu marido Evandro e a minha filha Maria Luísa pelo grande amor.

À professora Angelita pela valiosa orientação e amizade.

Aos meus amigos do laboratório de Bioquímica pela companhia e ajuda.

As alunas de iniciação científica Jéssica, por todos os momentos e pela amizade e a Thaís pela ajuda.

Aos meus colegas de curso, especialmente Cláudia pela grande amizade.

Aos professores Eduardo Mendes e Ana Carla e a todos do Laboratório de Carnes e do Departamento de Ciências dos Alimentos pelos ensinamentos.

Ao professor Geraldo, a DeJane, a Léa e o pessoal do Departamento de Entomologia por tudo que fizeram por mim.

Ao professor Flávio Meira Borém e todo pessoal do Laboratório de Processamento de Produtos Agrícolas pela compreensão.

As minhas amigas Samira, Valquíria e Alyne por sempre estarem ao meu lado.

A FAPEMIG pela bolsa de doutorado.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização desse trabalho, meu muito obrigado.

RESUMO

A casca de jabuticaba, geralmente descartada, é rica em minerais, fibras e compostos fenólicos e seu uso pode adicionar valor ao fruto. Este trabalho resultou em três artigos: 1) Avaliou-se a estabilidade da farinha de casca de jabuticaba (FCJ) durante 12 meses de armazenamento, com a finalidade de se estender a utilização desta farinha durante todo o ano, uma vez que a produção de jabuticaba é sazonal. Em cada tempo de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 meses) da FCJ foram realizadas as análises de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos, antocianinas, sólidos solúveis, atividade de água, cor, pH e análise microbiológica. Verificou-se que ocorreu aumento significativo durante os 12 meses nos parâmetros: umidade, 34%; atividade de água, 31,23%; para as coordenadas de cor: a, 12,37% e b, 24%; e pH, 7,35%; e decréscimo no teor de compostos fenólicos, 9,91%; antocianinas, 29% e vitamina C, 20%. Não houve diferença significativa para os nutrientes e não foram detectada presença de microrganismos durante o armazenamento. Portanto, conclui-se que a FCJ apresenta pequena alteração apenas nos teores de compostos antioxidantes, podendo ser armazenada durante todo o ano. 2) Avaliou-se a eficiência de extrato de FCJ no controle de *Spodoptera frugiperda*. Para a obtenção do extrato, misturou-se 1,0 g de FCJ com 10 mL de solução de acetona: água (7:3 v/v). Lagartas com 48 horas de idade foram colocadas em tubos de vidro com dieta artificial contendo o extrato da FCJ, nas concentrações de 0, 250, 500, 1.000 e 2.000 mg L⁻¹. As características avaliadas foram duração e viabilidade das fases larval e pupal, peso de pupas, longevidade de adultos, número de ovos e razão sexual. O extrato de FCJ, no qual foram identificados os fenólicos: ácido gálico, galocatequina, catequina, epicatequina, ácido elágico, e ácido salicílico, na concentração de 2.000 mg L⁻¹ mostrou efeito nocivo sobre a *S. frugiperda*, aumentando a taxa de mortalidade na fase larval, os períodos de duração das fases larval e pupal e diminuindo a quantidade de fêmeas. Já o extrato de FCJ na concentração de 1.000 mg L⁻¹ aumentou apenas a duração do período larval. 3) Elaborou-se apresuntados com FCJ, que contém fibras e compostos fenólicos, podendo trazer benefícios à saúde. Foram produzidos quatro apresuntados adicionados de FCJ nas concentrações de 0% (controle), 0,5%, 1,0% e 1,5%. Os apresuntados foram submetidos as análises de composição centesimal, pH, perda de peso, atividade de água, compostos fenólicos, índice de TBARs, cor objetiva e textura objetiva, para caracterização do produto e análise sensorial. Os apresuntados elaborados com FCJ apresentaram maiores teores de compostos fenólicos e fibras, maior perda de peso (exceto o apresuntado com 0,5% de FCJ), uma tonalidade mais escura (maiores valores de L*), perfil de textura com menores parâmetros de dureza, coesividade, adesividade, flexibilidade e mastigabilidade. Na análise sensorial, os julgadores preferiram o apresuntado controle. Todavia, após receberem a informação que os apresuntados com FCJ

possivelmente, trariam benefícios à saúde, os julgadores passaram a apreciar também os apresentados adicionados de FCJ nas concentrações de 0,5 e 1,0%.

Palavras chave: *Plinia jaborcaba*. Armazenamento. Inseticida. Apresentado. Compostos fenólicos.

ABSTRACT

Jaboticaba skins, generally discarded, are rich in minerals, fibers and phenolic compounds, and their use can add value to the fruit. This study resulted in three articles: 1) the stability of jaboticaba skin flour (JSF) was evaluated during 12 months of storage with the objective to extend the use of this flour throughout the year, since the production of jaboticaba is seasonal. At each storage time (0, 3, 6, 9 and 12 months) of JCF, analyses of proximate composition, vitamin C, phenolic compounds, anthocyanins, soluble solids, water activity, color and pH were performed, as well as a microbiological analysis. It was found that a significant increase in the following parameters occurred during 12 months: humidity, 34%; water activity, 31.23%; color coordinates: a, 12.37% and b, 24%; and pH, 7.35%; and a decrease in the content of phenolic compounds, 9.91%; anthocyanins, 29% and vitamin C, 20%. There was no significant difference for the nutrients and the presence of microorganisms during storage was not detected. Therefore, it is concluded that JSF has only a small change in the levels of antioxidant compounds, and can be stored throughout the year. 2) The efficiency of the JSF extract in the control of *Spodoptera frugiperda* was evaluated. For the obtention of the extract, 1.0 g JSF was mixed with 10 mL of acetone:water solution (7:3 v v⁻¹). 48-hour-old caterpillars were placed in glass tubes with an artificial diet containing JSF extract at concentrations of 0, 250, 500, 1,000 and 2,000 mg L⁻¹. The characteristics evaluated were: duration and viability of larval and pupal stages, pupal weight, longevity of adults, number of eggs and sex ratio. The JSF extract, in which the following phenolic compounds were identified: gallic acid, gallocatechin, catechin, epicatechin, ellagic acid and salicylic acid at a concentration of 2,000 mg L⁻¹, had a harmful effect on *S. frugiperda*, increasing the mortality rate in the larval stage, the duration of the larval and pupal stages and reducing the amount of females. On the other hand, the JSF extract at a concentration of 1000 mg L⁻¹ only increased the duration of the larval period. 3) Hams were prepared with JSF, which contains fiber and phenolic compounds, and can bring health benefits. Four hams were produced, added with JSF at concentrations of 0% (control), 0.5%, 1.0% and 1.5%. The hams were subjected to analyses of chemical composition, pH, weight loss, water activity, phenolic compounds, TBARs index, objective color and objective texture for the characterization of the product; a sensory analysis was also performed. The hams made with JSF had higher levels of phenolic compounds and fibers, higher weight loss (except for the ham with 0.5% JSF), a darker shade (higher L* values), texture profile with lower parameters of hardness, cohesiveness, adhesiveness, flexibility and chewiness. In sensory analysis, the panelists

preferred the control ham. However, after receiving the information that hams with JSF would possibly bring health benefits, the panelists also began to appreciate the hams added with JSF at concentrations of 0.5 and 1.0%.

Keywords: *Plinia jaborcaba*. Storage. Insecticide. Hams. Compounds phenolics.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	11
1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Considerações gerais sobre a jaboticabeira	15
2.2	Compostos fenólicos	18
2.3	Armazenamento	21
2.4	Apresentados	22
2.5	<i>Spodoptera frugiperda</i>	23
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
	REFERÊNCIAS	28
	SEGUNDA PARTE – ARTIGOS	34
	ARTIGO 1 Physicochemical properties of jaboticaba skin flour stored at room temperature	34
	ARTIGO 2 Toxicity of the phenolic extract from jaboticabeira (<i>Myrciaria cauliflora</i> (Mart.) O. Berg) fruit skins on <i>Spodoptera frugiperda</i>	52
	ARTIGO 3 Aplicação tecnológica de farinha de casca de jaboticaba em apresentados	69

PRIMEIRA PARTE

APRESENTAÇÃO

As referências bibliográficas referem-se somente as citações que aparecem nos itens introdução e referencial teórico.

Os resultados que fazem parte desta tese estão apresentados sob a forma de artigos, os quais se encontram no item artigos.

Cada artigo está estruturado de acordo com as normas das revistas científicas escolhidas para a submissão ou publicação do mesmo.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil o crescimento das atividades de processamento de alimentos vem aumentando e isso se deve a grande demanda do mercado por alimentos processados. Em relação às frutas, o principal segmento é o processamento na forma de sucos, polpas e néctares que segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento representava em 2006, conjuntamente, mais de 1 bilhão de litros por ano (BRASIL, 2006). Esse intenso processamento acarreta uma elevada quantidade de resíduos que podem apresentar problemas de disposição final e potencial poluente, além de representarem, muitas vezes, perdas de nutrientes de alto valor.

Atualmente, diversas alternativas de aproveitamento dos resíduos da indústria alimentícia têm sido propostas, como por exemplo, o desenvolvimento de novos produtos, devido ao valor nutricional relevante destes resíduos ou como alternativa ao uso indiscriminado de inseticidas já que estes são fontes de muitas substâncias que podem ser utilizadas no controle de pragas, além de poder ser usados nas indústrias de cosmético e farmacêutica.

A jabuticaba é um fruto nativo do Brasil, encontrado em extensa faixa territorial do país, apresentando grande potencial nutricional e de comercialização, pois é muito apreciada tanto para consumo *in natura* como para a fabricação de diversos produtos (CITADIN; DANNER; SASSO, 2010). A sua casca, geralmente descartada, vem despertando a atenção dos pesquisadores, pois nela são encontrados elevados teores de fibras alimentares (37,93 g 100 g⁻¹ de matéria seca- MS), especialmente fibras solúveis (8,43 g 100 g⁻¹ MS) e minerais, além de alto teor de compostos fenólicos (8,05 g 100 g⁻¹ MS). Em relação à composição fenólica da casca de jabuticaba, Lima et al. (2011) identificaram as antocianinas cianidina 3-glicosídeo e delphinidina 3-glicosídeo no extrato antociânico, enquanto Lage et al. (2014), registraram no

extrato fenólico da farinha de casca de jabuticaba (FCJ) os seguintes compostos fenólicos: ácido gálico, galocatequina, epicatequina, ácido elágico, e ácido salicílico.

Todavia, devido à sazonalidade da produção de jabuticaba, que ocorre no máximo duas vezes por ano, torna-se relevante armazenar este resíduo em condições mais econômicas possíveis, visando à possibilidade de aproveitamento deste resíduo durante todo o ano. No entanto, um dos inconvenientes de armazenamento da casca é o teor de água elevado, que pode levar a deterioração, devendo então realizar a secagem que poderá permitir a sua conservação, sem levar, contudo, a uma perda elevada de qualidade.

Alves et al. (2014), estudando a secagem de casca de jabuticaba, relataram que a temperatura de 45°C, foi a temperatura de secagem viável economicamente, que acarretou menores perdas de nutrientes e compostos bioativos. Entretanto, para que se tenha a casca o ano todo, após secagem, ela precisa ser armazenada e, portanto, há necessidade de se encontrar uma condição econômica e viável de armazenamento que mantenha a qualidade, estendendo assim a sua vida útil.

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) é um inseto fitófago e cosmopolita, amplamente distribuído na América do Norte e do Sul e causa prejuízos em diversas culturas, incluindo milho, sorgo, algodão e gramíneas diversas (MÚRUA; MOLINA-OCHOA; FIDALGO, 2009).

O controle dessa espécie tem sido realizado principalmente com o uso de inseticidas sintéticos. Como eles acarretam efeitos adversos ao ambiente, podem promover seleção de populações de insetos resistentes (BUSATO et al., 2006) e causam preocupação sobre os efeitos na qualidade dos alimentos, estudos de novas técnicas de controle têm sido incentivado (ESTRELA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2006; SANTIAGO et al., 2008). Substâncias fenólicas extraídas de plantas mostram atividade inseticida com relatos de mortalidade de

larvas com percentuais significativos, além de prolongamento da fase larval e pupal em diferentes insetos. Como a casca de jabuticaba é rica em fenólicos, estudos sobre sua ação inseticida seriam bastante pertinentes, pois poderia agregar valor a esse resíduo, além de poder reduzir o uso de inseticidas sintéticos.

Os produtos cárneos por serem facilmente encontrados e não demandarem muito tempo para o preparo, se tornaram um atrativo para os consumidores, contribuindo para que a salsicha, salame, apresuntado, linguiça, empanado, almôndega, e hambúrguer sejam opção crescente para o lanche de muitas famílias no mundo todo (OLIVEIRA et al., 2013). No entanto, juntamente a esses novos hábitos vêm crescendo a preocupação que os alimentos tenham boa qualidade nutricional e que proporcionem melhorias à saúde de quem os consome. Sendo assim a possível adição da FCJ a estes produtos poderia propiciar o enriquecimento e a diversificação da dieta da população e atender aos interesses dos consumidores por produtos com valor nutricional agregado e/ou benefícios à saúde.

Assim, os objetivos neste trabalho foi avaliar a estabilidade de compostos nutricionais e bioativos da FCJ durante 12 meses de armazenamento à temperatura ambiente e protegida da luz, visando estender o seu uso durante todo o ano, já que a produção de jabuticaba é sazonal; avaliar também o efeito do extrato fenólico da FCJ sobre parâmetros biológicos e nutricionais de *Spodoptera frugiperda*, visando à busca de substâncias com propriedades inseticidas e elaborar apresuntados adicionados de FCJ, produzindo um produto com apelo funcional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Considerações gerais sobre a jabuticabeira

A jabuticabeira é uma planta nativa do Brasil, pertence à família Myrtaceae, podendo ser encontrada desde o Estado do Pará até o do Rio Grande do Sul, mas é nos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo que ocorrem as maiores produções. Segundo Mattos (1983), por ser considerada planta de “fundo de quintal”, as jabuticabeiras apresentam sérios problemas quanto a sua classificação taxonômica, existindo controvérsias quanto à diferenciação entre as espécies. Este autor destaca as jabuticabeiras como sendo do gênero *Plinia*, e cita como as mais conhecidas *Plinia trunciflora* Berg, conhecida como jabuticaba de cabinho; *Plinia cauliflora* (DC) Berg, conhecida como jabuticaba paulista ou jabuticaba-açu e *Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg, conhecida como jabuticaba-sabarará, sendo esta a espécie mais conhecida e comercializada no Brasil. Já Pio Corrêa (1984), no dicionário das plantas úteis no Brasil, diz que a espécie *Myrciaria cauliflora* (Mart) O. Berg. recebe os nomes populares jabuticaba comum, jabuticaba verdadeira, jabuticaba sabarará ou jabuticaba São Paulo. Sobral (1985) propôs uma alteração na nomenclatura do gênero *Myrciaria* (BERG, 1857) para o gênero *Plinia*, porém, o gênero *Myrciaria* é ainda largamente empregado no meio científico, portanto, eles são considerados sinônimos (DANNER et al., 2007).

A jabuticaba apresenta grande potencial de comercialização, pois é muito apreciada tanto para consumo *in natura* como para a fabricação de geleia, bebidas fermentadas, vinagre e licores (CITADIN; DANNER; SASSO, 2010). Segundo Instituto de Economia Agrícola (IEA), o plantio de jabuticaba no estado de São Paulo ocupou no ano de 2012, 270 hectares e rendeu 2,56 mil toneladas da fruta, sendo o município de Casa Branca responsável por 78% da

produção estadual. Setembro e outubro concentram aproximadamente 60% da produção e comercialização anual (SASSO; CITADIN, DANNER, 2010).

Mas, é em sua casca, que geralmente é descartada e que pode representar até 43% do fruto (LIMA et al., 2008), onde são encontradas os teores mais elevados de nutrientes e compostos benéficos à saúde.

Vários autores determinaram a composição centesimal da farinha de casca de jaboticaba (FCJ) da variedade Sabará. Alves et al. (2014), Ferreira et al. (2012) e Lima et al. (2008) encontraram, em g 100 g⁻¹ de matéria seca (MS), teores de proteína bruta que variaram de 1,16 a 6,06; extrato etéreo, de 0,57 a 4,89; cinzas, 3,05 a 4,40; e extrato não nitrogenado, de 52,47 a 60,64. Ferreira et al. (2012) relataram teores de fibra bruta de 15,25 g 100 g⁻¹ MS, enquanto Alves et al. (2014) e Lima et al. (2008) registraram de fibra solúvel 6,80 e 8,26 g 100g⁻¹ MS e de fibra insolúvel 26,43 e 29,54 g 100 g⁻¹ MS, respectivamente. Alves et al. (2014) e Lima et al. (2011) encontraram ainda teores significativos de vitamina C, 342,27 e 298,23 mg 100 g⁻¹ MS e de compostos fenólicos, 8,05 e 11,99 g 100 g⁻¹ MS, respectivamente.

Lima et al. (2008) analisaram ainda os minerais, concluindo que a FCJ liofilizada pode ser considerada fonte alternativa de minerais, principalmente ferro (1,68 mg 100 g⁻¹ MS), potássio (1.180,00 mg 100 g⁻¹ MS), magnésio (90 mg 100 g⁻¹ MS) e manganês (1,71 mg 100 g⁻¹ MS). Registraram ainda para os açúcares, teores de 38,93 g 100 g⁻¹ MS, sólidos solúveis de 11,60 °Brix, acidez titulável de 1,67 g 100 g⁻¹, pH 3,39, atividade hemaglutinante de duas unidades, saponinas de 0,63 g 100 g⁻¹ MS e, inibidor de tripsina de 6,42 UTI mg⁻¹ MS. Portanto, constata-se que a FCJ é rica em compostos fenólicos, fibras alimentares e minerais.

Além disso, FCJ do genótipo Sabará apresenta um elevado teor de antocianinas (20,57 mg g⁻¹ MS) (LIMA et al., 2011) e 6,46 mg g⁻¹ MS (ALVES et al., 2014) que podem representar um forte apelo comercial para aumentar o

consumo da fruta fresca e também a sua utilização na indústria de alimentos, bem como nas indústrias de cosmético e farmacêutica.

Nos últimos anos, devido a essas características, o interesse pela jabuticaba e seus produtos tem crescido e já são encontrados no mercado vários produtos industrializados de jabuticaba. Desde o ano 2000 em Hidrolândia (Goiás) está em funcionamento a vinícola Jabuticabal, que produz 60 mil litros ano⁻¹ de vinhos de jabuticaba (tintos, branco e rosado) e cinco mil litros de suco, aguardente e licor derivados da jabuticaba. Todos os frutos utilizados na indústria são colhidos na própria fazenda, que possui 11 mil pés em produção (DUARTE, 2012).

O aproveitamento de resíduos no processamento de novos alimentos tem representado segmento importante para as indústrias, principalmente no tocante à demanda por produtos para dietas especiais, por serem constituídos de matéria orgânica, rica em açúcares e fibras, com elevado valor nutritivo e baixo custo econômico (OLIVEIRA et al., 2002).

Alves et al. (2013) estudaram a adição de farinha e extratos antociânicos de casca de jabuticaba em iogurtes e os resultados do teste de aceitação das amostras de iogurte variavam entre gostei ligeiramente e gostei moderadamente. A retenção de cor para todas as amostras de iogurte foi superior a 70%. A meia-vida média foi superior a 2.500 horas, considerada alta. Assim, concluíram que o uso de farinha de casca de jabuticaba e dos extratos como aditivos para o iogurte pode ser uma alternativa para utilização deste resíduo.

Ferreira et al. (2012) avaliaram o aproveitamento da FCJ em massas de biscoito tipo cookie e concluíram que sua utilização influenciou positivamente a textura/maciez dos biscoitos, sendo assim a adição desta farinha na elaboração de biscoitos é viável, sugerindo-se quantidades de até 5%, para não haver influências quanto à aceitação.

A utilização da FCJ, como fonte de compostos fenólicos, fibras e minerais, na formulação de novos produtos apresenta-se como opção no combate ao desperdício dessa importante matéria-prima. Além disso, propicia o enriquecimento e a diversificação da dieta da população e atende aos interesses dos consumidores por produtos com valor nutricional agregado e/ou benefícios à saúde.

Estudos com a aplicação da FCJ em dietas de ratos mostraram o aumento do colesterol HDL e melhora da resistência à insulina nestes animais (ARAÚJO et al., 2014; LAGE et al., 2014; LENQUISTE et al., 2012). Batista et al. (2014) avaliaram a peroxidação lipídica e a capacidade antioxidante no sangue, fígado e cérebro de ratos tratados com diferentes concentrações de FCJ liofilizada e verificaram a redução de ácidos graxos saturados no soro sanguíneo dos ratos tratados com a dieta adicionada de farinha, além de aumento de antioxidantes no plasma desses animais. As dietas adicionadas de farinha impediram ainda a peroxidação lipídica no fígado e aumentou suas defesas antioxidantes além da diminuição da peroxidação lipídica no cérebro com um aumento do teor da FCJ na dieta. Assim, com esses benefícios que essa farinha pode trazer à saúde, sua utilização na elaboração de novos produtos é bastante relevante.

Com o crescimento dos estudos, cresce também o interesse em novos processos que envolvam este fruto como matéria prima, especialmente para propiciar melhor destino mercadológico às frutas excedentes da produção.

2.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são uma classe de fitoquímicos extremamente ampla e complexa, que possuem pelo menos um anel aromático no qual ao menos um hidrogênio é substituído por um grupo hidroxila. São produtos do

metabolismo secundário de plantas e participam do mecanismo de defesa da planta, protegendo-a contra ataques de bactérias, fungos e outros, além de serem responsáveis por propriedades como a cor, sabor e odor de diversos vegetais (CUNHA; SILVA; ROQUE, 2003).

Os compostos fenólicos são substâncias que não podem ser sintetizadas por animais e humanos, sendo consumidas por meio da dieta. As substâncias com núcleo fenólico apresentam destaque especial como antioxidantes por atuarem como eficientes captadores de espécies reativas do oxigênio, além de reduzirem e quelarem íons férricos que catalisam a peroxidação lipídica, agindo tanto na etapa de iniciação como na propagação do processo. Os produtos intermediários, formados por meio da ação dos antioxidantes, podem ser considerados estáveis devido à ressonância do anel aromático destas substâncias (ANDRADE et al., 2007).

São descritos como fenóis, ácidos fenólicos e derivados, ligninas, taninos e flavonoides e estão presentes nos alimentos de origem vegetal, como folhas, cereais, leguminosas, cacau, cidra e frutas em geral e bebidas como chás, café e vinho tinto (SCHENKEL; CARVALHO; GOSMANN, 2007).

Os taninos são substâncias fenólicas solúveis em água e classificados segundo sua estrutura química em dois grupos: condensados e hidrolisáveis. Os primeiros formados pela polimerização de unidades de flavonoides e os taninos hidrolisáveis formados por polímeros heterogêneos que contêm ácidos fenólicos, como ácido gálico. Estes compostos possuem a propriedade de precipitar proteínas e conferem adstringência aos frutos de determinadas plantas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os flavonoides de origem natural apresentam-se frequentemente oxigenados e em grande número ocorre conjugado com açúcares. Estes compostos atuam na proteção das plantas contra danos produzidos por agentes oxidantes como os raios ultravioletas, poluição ambiental, entre outros fatores

(VOLP et al., 2008). Esta proteção está associada à ação antioxidante destes compostos, que por sua vez depende da estrutura química do flavonoide, podendo ser determinada pela ação da molécula como agente redutor (MAMEDE; PASTORE, 2004).

As antocianinas são flavonoides pigmentados glicosilados que atraem animais com a finalidade de polinização. A propriedade que mais tem se destacado nas antocianinas é a sua ação antioxidante (REYNERTSON et al., 2008). A deficiência natural de elétrons das antocianinas faz esses compostos serem particularmente reativos, apresentando também uma grande sensibilidade a mudanças de pH e temperatura (VOLP et al., 2008).

Lima et al. (2011) identificaram na FCJ do genótipo Sabará a antocianinas cianidina 3-glicosídeo e delphinidina 3-glicosídeo. Os mesmos autores mediram a capacidade antioxidante nos extratos etanólicos e encontraram elevada capacidade, e concluíram que as antocianinas da FCJ têm potencial para ser utilizada como aditivo na indústria alimentícia, com possíveis benefícios à saúde do consumidor. Já Lage et al. (2014) registraram no extrato fenólico da FCJ os seguintes compostos fenólicos: ácido gálico, galocatequina, epicatequina, ácido elágico e ácido salicílico.

Grande ênfase tem sido dada à identificação e purificação de novos compostos com atividade antioxidante, oriundos de fontes naturais, que possam agir sozinhos ou sinergicamente com outros aditivos, como uma forma de combate aos radicais livres e as enfermidades causadas por estes, evidenciando a necessidade de pesquisas para descoberta de novas fontes desses compostos, justificando a necessidade de caracterização dos compostos fenólicos, presentes em altos teores, na casca da jabuticaba.

2.3 Armazenamento

A jabuticaba é um fruto sazonal, produzindo no máximo duas vezes por ano, conseqüentemente, inviabiliza o seu uso durante todo o ano. Um dos inconvenientes de armazenamento das cascas frescas é o teor de água elevado, o que requer processos de secagem que permitam a sua conservação, sem levar a uma perda de qualidade nutricional e antioxidante.

Borsato et al. (2009) apontam como uma das principais causas da deterioração de alimentos frescos a quantidade de água livre presente neles. A diminuição da atividade de água pode ser obtida com a desidratação, conseqüentemente contribuindo para a conservação. Há muitas vantagens do uso de processos de secagem, incluindo a facilidade de armazenamento do produto; a estabilidade dos compostos aromáticos, a temperatura ambiente por longos períodos; a proteção contra a degradação enzimática e a oxidação; a redução de peso; a redução da energia necessária para o armazenamento, devido à falta de necessidade de refrigeração; e disponibilidade do produto durante toda a estação do ano (PARK; YADO; BROD, 2001).

Alves et al. (2014), estudando a secagem de casca de jabuticaba, relataram que a temperatura de 45°C, foi a temperatura de secagem viável economicamente, que acarretou menores perdas de nutrientes e compostos bioativos.

Entretanto, além de secar, a casca precisa de ser armazenada de uma forma que preserve ao máximo, as propriedades nutricionais e sensoriais. Assim, devido à sazonalidade da produção de jabuticaba torna-se relevante estudar a influência do armazenamento em condições mais econômicas possíveis, visando à possibilidade de aproveitamento deste resíduo durante todo o ano.

2.4 Apresuntados

Segundo a Legislação Brasileira (BRASIL, 2000) o Padrão de Identidade e Qualidade de Apresuntado é definido como: “produto cárneo industrializado, obtido a partir de cortes e/ou recortes de massas musculares dos membros anteriores e/ou posteriores de suínos”.

O apresuntado difere do presunto pelo fato da carne ser moída, enquanto que o outro se caracteriza por ter pedaços de carne inteiros, em blocos ou reestruturados. Este deve ser moldado em determinado ponto do processo para que apresente aspecto e formato uniforme e característico. A apresentação de um apresuntado acabado, cujos componentes encontram-se distribuídos de forma homogênea, é fundamental para sua maior aceitabilidade pelo consumidor (SANTOS, 2005).

São considerados como ingredientes obrigatórios do apresuntado: paleta ou pernil suíno, sal, nitrito e/ou nitrato de sódio e/ou potássio em forma de salmoura. Como ingredientes opcionais, têm-se proteínas de origem animal e/ou vegetal, açúcares, maltodextrina, condimentos, aromas e especiarias e aditivos intencionais. A quantidade máxima permitida de proteína não cárnea é de 2,5% na forma agregada (BRASIL, 2000). Por constituírem produtos elaborados com matéria-prima menos nobre do que o presunto, os apresuntados se apresentam como produtos de qualidade, porém de custo mais baixo, e vêm ganhando mercado nos últimos anos. No Brasil, são escassas as estatísticas sobre produção de carnes e, sobretudo, a respeito do seu processamento (OLIVEIRA, 2011).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2014), os produtos de salsicharia, onde se inclui o apresuntado, estão entre os 100 maiores produtos e, ou, serviços industriais do Brasil, apresentando, já em 2009, uma produção da ordem de 453,325 milhões de toneladas internas.

Produtos diferenciados com apelo de saúde têm sido desenvolvidos, com foco na redução de gordura e adição de fibras, entre outros. A presença de fibras nos alimentos implica na redução do seu conteúdo calórico e contribui na quantidade diária ingerida. Logo a incorporação de fibras em alimentos frequentemente consumidos, como produtos cárneos, pode ajudar a suprir o déficit de fibras na alimentação (ALESÓN-CARBONELL et al., 2004).

Com esta tendência de utilização de ingredientes funcionais em produtos cárneos e também da diminuição do consumo de gordura, existe uma preocupação por parte da legislação para uma definição abrangente de termos que possam ser utilizados em rotulagens e respectivos limites (BARRETO, 2007).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa (2012) é considerado com alto teor em fibras o produto que contém, pelo menos 5 g de fibras em 100 g de alimento e, para ser fonte de fibras, deve conter, no mínimo, 2,5 g de fibras em 100 g de alimento.

Neste aspecto, a casca de jabuticaba surge como opção para agregar valor a produtos cárneos, devido as suas substâncias bioativas, principalmente fibras e compostos fenólicos, que poderiam trazer melhorias funcionais a esse novo produto.

2.5 Spodoptera frugiperda

A lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) é um inseto fitófago e cosmopolita, amplamente distribuído na América do Norte e do Sul e causa prejuízos em diversas culturas, incluindo milho, sorgo, algodão e gramíneas diversas (MÚRUA; MOLINA-OCHOA; FIDALGO, 2009).

O controle dessa espécie tem sido realizado principalmente com o uso de inseticidas sintéticos, que além de causarem efeitos adversos ao ambiente, também podem promover seleção de populações de insetos resistentes (BUSATO et al., 2006). Nesse contexto, o conhecimento dos efeitos indesejáveis do uso de inseticidas químicos, associados à preocupação dos consumidores quanto à qualidade dos alimentos, têm incentivado estudos sobre novas técnicas de controle (ESTRELA et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2006, SANTIAGO et al., 2008).

Os extratos de plantas vêm sendo estudados como uma alternativa ao uso de inseticidas sintéticos. As características de produtos naturais, de baixa toxicidade e persistência, fazem com que os extratos vegetais sejam associados a um menor impacto ambiental (COSTA; SILVA; FIUZA, 2004).

Entre as classes de metabólitos secundários envolvidos na defesa das plantas contra a herbívoros, destacam-se as subclasses de compostos fenólicos que incluem os flavonoides e taninos, os quais são conhecidos por causarem redução no crescimento e sobrevivência de insetos (SCHALLER, 2008). O efeito dos taninos sobre os insetos dá-se em razão do fato desses compostos formarem complexos com as enzimas digestivas presentes nos intestinos dos herbívoros, e, como consequência, provocam redução na eficiência da digestão de proteínas e, por fim, retardam o crescimento. Esses compostos causam ainda diminuição da palatabilidade em insetos devido seu sabor adstringente, provocando inibição alimentar, redução de peso, infertilidade, alterações biológicas e nutricionais (SCHOONHOVEN; VAN LOON; DICKE, 2005).

Na literatura são encontrados estudos como os de Gallo et al. (2006), que relataram mortalidade de larvas de *S. frugiperda* de até 86%, quando alimentadas com dietas artificiais contendo compostos fenólicos isolados de *Vitex polygama* Cham (Verbenaceae) e *Siphoneugena densiflora* Berg (Myrtaceae).

Tirelli et al. (2010) estudando os efeitos das frações tânicas de cascas do caule de diferentes espécies florestais também sobre *S. frugiperda*, verificaram prolongamento das fases larval e pupal, além de diminuição de até 30% no peso de pupa e de 41% na sobrevivência de larvas.

Nomura e Itioca (2002) observaram aumento na duração das fases larval e pupal, aumento de mortalidade na fase larval e redução na emergência de adultos a partir da aplicação de taninos sintéticos em dietas artificiais de *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Noctuidae), e constataram ainda que a redução de crescimento das larvas foi proporcional à concentração de substância ingerida.

Assim, devido à presença de compostos fenólicos, presentes em grande quantidade, na farinha da casca de jabuticaba, considerada até então um resíduo da cultura da jabuticaba, e devido ao potencial de aplicação destes compostos como inseticidas e / ou agrotóxicos, justifica-se o seu estudo como um provável inseticida natural, de baixa toxicidade e custo, contra *S. frugiperda*, agregando valor ao fruto.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas últimas décadas tem ocorrido no Brasil o crescimento das atividades de processamento de alimentos e isso se deve a grande demanda do mercado por alimentos processados e este intenso processamento acarreta quantidade elevada de resíduos que podem apresentar problemas de disposição final e ser um potencial poluente, além de representarem, muitas vezes, perdas de nutrientes de alto valor.

A farinha de casca de jabuticaba (FCJ) é rica em substâncias bioativas, como os compostos fenólicos e fibras alimentares, e minerais e poderia ser utilizada nas indústrias de alimentos, sendo adicionada a vários produtos, tornando-os mais nutritivos e com apelo funcional, agregando valor ao fruto, além de dar um destino a esse resíduo. Além disso, poderia ser usada também no combate a inseto praga. Todavia, a produção de jabuticaba é sazonal, e se não for armazenada, não haverá possibilidade de se ter esse resíduo durante todo o ano.

Neste trabalho, avaliou-se o armazenamento da FCJ à temperatura ambiente, por um período de até 12 meses e os resultados mostraram que, apesar de sofrer perdas de alguns constituintes, ainda é viável a utilização desta farinha por esse período.

Avaliou-se também o efeito do extrato fenólico da FCJ sobre parâmetros biológicos e nutricionais de *Spodoptera frugiperda*. Os resultados mostraram que este extrato, em que os compostos fenólicos ácido gálico, galocatequina, catequina, epicatequina, ácido elágico e ácido salicílico foram identificados foi tóxico, na concentração de 2.000 mg L⁻¹. Ele causou um aumento na mortalidade larval, bem como nos estágios larval e pupal, e diminuiu a quantidade de fêmeas. Na concentração de 1.000 mg L⁻¹, o extrato causou um aumento somente na duração do estágio larval de *S. frugiperda*.

Ainda neste trabalho foram elaborados apresentados adicionados de FCJ, em três concentrações, 0,5%, 1,0% e 1,5%, produzindo um produto com apelo funcional. Destes, o apresentado com de adição de 0,5% de FCJ mostrou-se adequado em relação aos aspectos tecnológicos com boa aceitação na análise sensorial, perdendo apenas no quesito cor, todavia se igualou ao apresentado controle (sem adição de FCJ), quando se informou aos julgadores que os apresentados adicionados de FCJ poderiam trazer benefícios à saúde do consumidor.

Portanto, consta-se que é possível utilizar a FCJ o ano todo, armazenada à temperatura ambiente e protegida da luz, podendo ser aplicada no combate ao inseto praga *S. frugiperda*, além da viabilidade de se elaborar apresentados contendo 0,5% desta farinha, com apelo funcional.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999**. Aprova Regulamento Técnico sobre diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. Brasília, 1999. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2003/rdc/18_03rdc.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre informação nutricional complementar. Brasília, 2012. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/630a98804d7065b981f1e1c116238c3b/Resolucao+RDC+n.+54_2012.pdf>. Acesso em: 10 out. 2014.

ALESON-CARBONELL, L. et al. Functional and sensory effects of fibre-rich ingredients on breakfast fresh sausages manufacture. **Food Science Technology International**, Oxford, v. 11, n. 2, p. 89-97, Apr. 2004.

ALVES, A. P. C. et al. Flour and anthocyanin extracts of jaboticaba skins used as a natural dye in yogurt. **International Journal of Food Science and Technology**, Malden, v. 48, n. 10, p. 2007–2013, Oct. 2013.

ALVES, A. P. C. et al. 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, Oct./Dec. 2014.

ANDRADE, C. A. et al. Determinação do conteúdo fenolico e avaliação da atividade antioxidante de *Acacia podalyriifolia* A. Cunn. Ex G. Don, leguminosae-mimosoideae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba v. 17, n. 2, p. 231-235, 2007.

ARAÚJO, C. R. R. et al. *Myrciaria cauliflora* Peel Flour Had a Hypolipidemic Effect in Rats Fed a Moderately High-Fat Diet. **Journal of Medicinal Food**, Larchmont, v. 17, n. 2, p. 262-267, 2014.

BARRETO, A. C. S. **Efeito da adição de fibras como substitutos de gordura em Mortadela**. 2007. 189 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

BATISTA, A. G. et al. Intake of jaboticaba peel attenuates oxidative stress in tissues and reduces circulating saturated lipids of rats with high-fat diet-induced obesity. **Journal of Functional Foods**, Amsterdam, v. 6, p. 450–461, 2014.

BORSATO, D. et al. Modelagem e simulação da desidratação osmótica em pedaços de abacaxi utilizando o método de elementos finitos. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 8, p. 2109-2113, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Contribuições das câmaras setoriais e temáticas à formulação de políticas públicas e privadas para o agronegócio**. Brasília, 2006. 496 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de identidade e qualidade de almôndega, de apresuntado, de fiambre, de hambúrguer, de kibe e de presunto cozido. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 149, p. 7-12, 3 ago. 2000. Seção 1.

BUSATO, G. R. et al. Susceptibilidade de lagartas dos biótipos milho e arroz de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas com diferentes modos de ação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 15- 20, jan./fev. 2006.

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

COSTA, E. L. N.; SILVA, R. F. P.; FIUZA, L. M. Efeitos aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, Porto Alegre, v. 26, n. 2, p. 173-185, 2004.

CUNHA, A. P.; SILVA, A. P.; ROQUE, O. R. **Plantas e produtos vegetais em fitoterapia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003. 701 p.

DANNER, M. A. et al. Formação de mudas de Jaboticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 179-182, abr. 2007.

DUARTE, A. R. **Variabilidade química dos óleos essenciais e do teor de fenóis em folhas e frutos da jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora*)**. 2012. 83 p. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

ESTRELA, J. L. V. et al. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 217-222, 2006.

FERREIRA, A. E. et al. Produção, caracterização e utilização da farinha de casca de jaboticaba em biscoitos tipo cookie. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 4, p. 603-607, out./dez. 2012.

GALLO, M. B. C. et al. Bioactivity of extracts and isolated compounds from *Vitex polygama* (Verbenaceae) and *Siphoneugena densiflora* (Myrtaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Pest Management Science**, Malden, v. 62, v. 11, p. 1072- 1081, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de orçamentos familiares (POF) 2008/2009**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

LAGE, F. F. et al. Jaboticaba [*Plinia*jaboticaba (Vell.) Berg] skins decrease lipid peroxidation: Hepatoprotective and antihyperlipidemic effects. **African Journal of Biotechnology**, Nigeria, v. 13, n. 11, p. 1295-1302, 2014.

LENQUISTE, S. A. et al. Freeze-dried jaboticaba peel added to high-fat diet increases HDL-cholesterol and improves insulin resistance in obese rats. **Food Research International**, Amsterdam, v. 49, n. 1, p. 153-160, 2012.

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

LIMA, A. J. B. et al. Caracterização química da fruta jaboticaba (*M. cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

MAMEDE, M. E. O.; PASTORE, G. M. Compostos fenólicos do vinho: estrutura e ação antioxidante. **Boletim Ceppa**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 233-252, 2004.

MATTOS, J. L. R. **Frutíferas nativas do Brasil**. São Paulo: Nobel, 1983. 92 p.

MÚRUA, M. G. J.; MOLINA-OCHOA.; FIDALGO, P. Natural distribution of Parasitoids of Larvae of the Fall Armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in Argentina. **Journal Insect Science**, Wisconsin, v. 9, n. 20, p. 1-17, 2009.

NOMURA, M.; ITIOKA, T. Effects of synthesized tannin on the growth and survival of a generalist herbivorous insect, the common cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v. 37, n. 2, p. 285-289, 2002.

OLIVEIRA, A. M. et al. Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 1, n. 2, p. 1-9, 2006.

OLIVEIRA, C. A. **Avaliação da atividade antioxidante do extrato de erva-cidreira-de-arbusto (*Lippia alba* (Mill) NE Brown) em embutidos cozidos a**

base de carne ovina de descarte. 2011. 120 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

OLIVEIRA, D. F. et al. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 163-174, 2013.

OLIVEIRA, L. F. et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 33, n. 3, p. 259-262, 2002.

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

PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas.** Rio de Janeiro: IBDF, 1984. v. 4, 450 p.

REYNERTSON, K. A. et al. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 109, n. 4, p. 883-890, 2008.

SANTIAGO, G. P. et al. Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. e. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 792-796, 2008.

SANTOS, B. P. **Caracterização físico-química e sensorial dos apresentados elaborados com carne suína proveniente da raça JRS, e acrescidos dos hidrocolóides: carragena, fécula de mandioca e maltodextrina.** 2005. 112 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

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

SCHALLER, A. Induced plant resistance to herbivory. In: BERNARDS, M. A.; BASTRUP-SPOHR, L. **Phenylpropanoid metabolism induced by wounding and insect herbivory**. New York: Springer, 2008. p. 189-208.

SCHENKEL, E. P.; CARVALHO, J. C. T.; GOSMANN, G. Compostos fenólicos simples e heterosídicos. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007. cap. 20, p. 519-535.

SCHOONHOVEN, L. M.; VAN LOON, J. J. A.; DICKE, M. **Insect plant biology**. 2nd ed. New York: Oxford University, 2005. 115 p.

SOBRAL, M. Alterações nomeclaturais em *Plinia* (Myrtaceae). **Boletim do Museu Botânico de Curitiba**, Curitiba, n. 63, p. 1-4, 1985.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TIRELLI, A. A. et al. Efeito de frações tânicas sobre parâmetros biológicos e nutricionais de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p.1417-1424, 2010.

VOLP, A. C. P. Flavonoides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 141-149, 2008.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS**ARTIGO 1****PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF JABOTICABA SKIN FLOUR
STORED AT ROOM TEMPERATURE**

Ana Paula de Carvalho Alves*

Angelita Duarte Corrêa**

Jéssica Boreli dos Reis Lino***

Tamara Rezende Marques****

ABSTRACT

Jaboticaba skin is rich in fiber, minerals and phenolic compounds, and its use adds value to the fruit. The stability of the jaboticaba skin flour was evaluated during 12 months of storage, for the purpose of extending the use of this flour throughout the year, since jaboticaba production is seasonal. Ripe *Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg fruits, Sabará genotype, were collected and the separated skins were dried at a temperature of 45°C. Then, they were ground and stored in hermetically sealed flasks protected from light at room temperature for 0, 3, 6, 9 and 12 months. At each storage time, analyzes of proximate composition, vitamin C, phenolic compounds, anthocyanins, soluble solids, water activity, color, pH and microbiological analysis were conducted. It was possible to observe a significant increase in the following parameters during the 12 months of storage: moisture, 34%; water activity, 31.23%; color coordinates: a, 12.37% and b, 24%; pH, 7.35%; and a decrease in phenolic content, 9.91%; anthocyanins, 29% and vitamin C, 20%. There was no significant difference in the levels of lipids, protein, ash, fiber and soluble solids, and the presence of microorganisms was not detected in any storage period. Therefore, it is possible to conclude that the jaboticaba skin flour does not show significant changes in nutritional parameters, and shows a small reduction in antioxidant compounds, when stored for up to 12 months, and can be considered an alternative to the enrichment of food products throughout the year.

Keywords: *Plinia jaboticaba*; stability; storage; chemical constituents.

* Doctoral student in Agrochemistry, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG, Brazil (e-mail: anapaula.quimica@hotmail.com).

** Doctorate in Food Science, Titular Professor, Departamento de Química, UFLA, Lavras, MG, Brazil (e-mail: angelita@dqi.ufla.br).

*** Chemistry undergraduate Student, UFLA, Lavras, MG, Brazil (e-mail: jessicaboreli@quimica.ufla.br).

**** Doctoral student in Agrochemistry, UFLA, Lavras, MG, Brazil (e-mail: tamara_rezende@hotmail.com).

1 INTRODUCTION

Jaboticaba tree, a Brazilian native plant, belongs to the Myrtaceae family and can be found from the state of Para to Rio Grande do Sul, but the states of São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais and Espírito Santo have the highest production. Among the species currently known, it is possible to mention *Plinia trunciflora* Berg, known as jaboticaba *de cabinho*; *Plinia cauliflora* (DC) Berg, known as jaboticaba *paulista* or *jaboticaba-açu* and *Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg, known as *jaboticaba-sabará*, which is the most marketed species in Brazil (MATTOS, 1983).

The marketing potential of jaboticaba is due to its organoleptic characteristics (MAGALHÃES, BARROS & FINGER, 1996). According to the Instituto de Economia Agrícola (IEA), the planting of jaboticaba in the state of São Paulo in 2012 occupied 270 hectares and yielded 2,560 tons of fruit, and the city of Casa Branca been responsible for 78% of state production. September and October concentrate approximately 60% of the annual production and commercialization (SASSO, CITADIN & DANNER, 2010). But it is in the skin, which is usually discarded and can represent up to 43% of the fruit (LIMA *et al.*, 2008), that high levels of phenolic compounds are found - 11.99 g 100 g⁻¹ dry

matter (DM), dietary fiber (soluble fiber - 6.8 g 100 g⁻¹ DM and insoluble fiber - 26.43 g 100 g⁻¹ DM) and minerals, such as iron (1.68 mg 100 g⁻¹ DM), potassium (1,496.67 mg 100 g⁻¹ DM), magnesium (90.00 mg 100 g⁻¹ DM) and manganese (1.71 mg 100 g⁻¹ DM) (LIMA *et al.*, 2008).

According to Lima *et al.* (2011), anthocyanins comprise a significant fraction of the total phenolic content in Sabará jaboticaba skins (20.57 mg g⁻¹ DM), and cyanidin 3-glucoside and delphinidin 3-glucoside were identified. The same authors also measured the antioxidant capacity in ethanol extracts and found it was high, confirming that anthocyanins of jaboticaba skins have the potential to be used as an additive in the food industry, with possible benefits to consumers health.

The use of waste in food processing has been an important segment for industries, especially concerning the demand for products for special diets, since they are composed primarily of organic matter, rich in sugars and fibers with high nutritional value and low economic cost (OLIVEIRA *et al.*, 2002). Alves *et al.* (2013) studied the addition of flour and anthocyanin extracts of jaboticaba skins in yogurts. The results of the acceptance test of yogurt samples ranged between “like slightly” and “like moderately”. The color retention for all yogurt samples was higher than 70%. The average half-life was more than 2,500 hours, which is considered high. They confirmed that the use of jaboticaba skin flours and extracts as additives in yogurt can be an alternative to the use of this waste.

The use of jaboticaba skin flour as a source of phenolic compounds, fibers and minerals in the formulation of new products is an option to combat the waste of this important raw material. Furthermore, it provides enrichment and diversification of the diet for the population and meets the interests of consumers for products with added nutritional value and/or health benefits.

Due to the seasonality in jaboticaba production, studying the influence of the most economical storage conditions becomes relevant, seeking the

possibility to use this waste throughout the year. Therefore, the objective of this study was to evaluate the stability of nutritional and bioactive compounds present in jaboticaba skin flour stored for 12 months at room temperature.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 Jaboticaba harvest and sample preparation

Ripe *Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg fruits, Sabará genotype, were hand-picked in a morning in October, 2011, on São José do Ismeril Farm, in the municipality of Coqueiral, MG, Brazil (21°14" S latitude, 45°27'2" W longitude and 823 m altitude), in a region near Lavras, MG (Brazil). The local climate, according to the Köppen classification, is Cwa (mild and rainy summer, with moderate temperature, annual average below 21 °C). The average annual rainfall and relative humidity are respectively 1,500 mm and 70% (EMATER, 2002).

The healthy fruits were selected, washed in tap water to remove impurities, sanitized with a sodium hypochlorite solution (200 mg kg⁻¹) by immersion for 10 minutes, squeezed, and obtaining 13 kg of skins separated. They were then dried in an oven with forced air circulation at a temperature of 45°C to constant weight, there was obtained 2.1 kg. According to Alves *et al.* (2014), this drying temperature results in lower losses of nutrients and bioactive compounds for jaboticaba skins.

After drying, the skins were ground and passed through 35-mesh sieve, and part the flour obtained was divided into 20 bottles each containing 60 g of flour, the polyethylene bottles were wrapped in aluminum foil and stored at room temperature (average of 21.38 ± 2.21°C), with an average relative humidity of 71% ± 8.56 (BDMEP-INMET, 2011/2012), on a metal shelf for 5 times: 0, 3, 6, 9 and 12 months, with 4 repetitions. Table 1 shows the average

maximum and minimum temperatures, as well as the average relative humidity for each month of storage.

Table 1 Average minimum and maximum temperatures and average air relative humidity during the twelve months of storage of jaboticaba skin flour

MONTH	Average minimum temperature °C	Average maximum temperature °C	Average relative humidity %
December 2011	18.12	27.46	80.76
January 2012	17.88	27.18	80.16
February 2012	18.29	29.29	70.12
March 2012	17.71	28.80	73.11
April 2012	17.08	27.48	76.19
May 2012	13.30	23.91	75.85
June 2012	13.45	24.21	79.92
July 2012	11.02	24.60	68.49
August 2012	12.26	25.19	62.07
September 2012	14.05	28.46	56.68
October 2012	16.78	30.59	56.87
November 2012	17.66	27.93	71.74

Source: BDMEP-INMET, 2011/2012

At each storage time, the flours were subjected to analyses.

2.2 Analyses

The moisture of jaboticaba skins and the proximate composition of the jaboticaba skin flour were performed according to the methods described by AOAC (2005). The water activity was measured with an Aqualab device (water activity pattern of 0.5), at a temperature of 25 °C (AOAC, 2005). The color was determined using a colorimeter (Minolta Chroma Meter CR-3000), CIELAB system L* a* b*. L* indicates how light or dark the sample is; a* and b*

represent the red (+)/green (-) and yellow (+)/blue (-) color attributes. The extraction of phenolic compounds in the flours was performed using 50% methanol (1:25 w v⁻¹), and tannic acid was used as a standard (AOAC, 2005). Anthocyanins were extracted and quantified using the method proposed by Lees and Francis (1972), with modifications made by Lima *et al.* (2011). The vitamin C content was determined by the colorimetric method described by Strohecker and Henning (1967), using ascorbic acid as a standard. Soluble solids were determined using a bench refractometer (Quimis), in which the moisture loss during the drying process was restored in the samples. pH measurements and soluble solids were determined in the same extract, using a potentiometer TECNAL, model Tec-3MP (BRASIL, 2005). Microbiological analyses of total bacteria and yeast were performed following the methodology described by Silva, Junqueira and Silveira (1997).

The physicochemical parameters of the flours evaluated at different storage times were submitted to a completely randomized design with 5 treatments (times) and 4 replications, using the computer program SISVAR (version 4.6, build 61). When the analysis of variance showed significant differences, the regression analysis was used to determine the influence of time on the different parameters analyzed (FERREIRA, 2003). The results were processed in the program Octave 3.4.3 (EATON, 2012), and the principal component analysis (PCA) was performed.

3 RESULTS AND DISCUSSION

The storage time did not significantly change the levels of lipids, crude protein, ash and fiber (Table 2). Lima *et al.* (2008), analyzing the lyophilized jaboticaba skin flour (Sabará genotype), found lower levels of lipids (0.57 g 100 g⁻¹ DM), crude protein (1.16 g 100 g⁻¹ DM), insoluble fiber (26.43 g 100 g⁻¹ DM),

soluble fiber (6.80 g 100 g⁻¹ DM), and a similar ash content (4.40 g 100 g⁻¹ DM). Alves *et al.* (2014) reported lower levels of lipids (0.62 g 100 g⁻¹ DM) and ash (3.05 g 100 g⁻¹ DM) for jaboticaba skins dried at 45°C, while the levels of crude protein (6.06 g 100 g⁻¹ DM), insoluble fiber (29.50 g 100 g⁻¹ DM) and soluble fiber (8.43 g 100 g⁻¹ DM) were very close to those found in the present study. These differences are probably related to each crop, which is influenced by several factors.

After drying, the flour showed moisture content of 9.28 g 100 g⁻¹ at time zero and increased significantly during the storage of the flour, with a content of 14.01 g 100 g⁻¹, recorded at 12 months of storage (Figure 1A). ANVISA requires maximum moisture of 14 g 100 g⁻¹ in flours (BRASIL, 2005); therefore, the jaboticaba skin flour, stored for up to 12 months, meets the requirements regarding this aspect. Santos *et al.* (2010) studied the stability of green banana flour placed in polyethylene terephthalate (PET) packaging at room temperature ($\pm 26^\circ\text{C}$) during 90 days, and found a significant increase of approximately 40% in the moisture of the flour, which is higher than the one found in this study at 360 days of storage (approximately 34%). The increase in moisture can be attributed to the conditions of temperature and relative humidity in the storage place (TEIXEIRA NETO, VITALI & QUAST, 2004).

Table 2 Proximate composition, IN g 100 g⁻¹ dry matter, of the jaboticaba skin flour in different storage periods

Storage period (months)	Constituents				
	Lipids	Crude protein	Ash	Insoluble fiber	Soluble fiber
0	1.30 ± 0.09	5.64 ± 0.13	4.67 ± 0.30	30.12 ± 0.84	8.68 ± 0.33
3	1.27 ± 0.07	5.60 ± 0.05	4.77 ± 0.22	29.96 ± 0.74	8.56 ± 0.36
6	1.20 ± 0.13	5.65 ± 0.10	4.62 ± 0.28	30.09 ± 0.76	8.54 ± 0.25
9	1.14 ± 0.06	5.52 ± 1.12	4.53 ± 0.30	29.91 ± 0.46	8.73 ± 0.58
12	1.21 ± 0.16	5.47 ± 0.16	4.66 ± 0.25	30.02 ± 0.26	8.90 ± 0.56
Coefficient of variation (%)	8.84	2.47	5.90	2.16	5.02

Data are the average of four replicates ± standard deviation

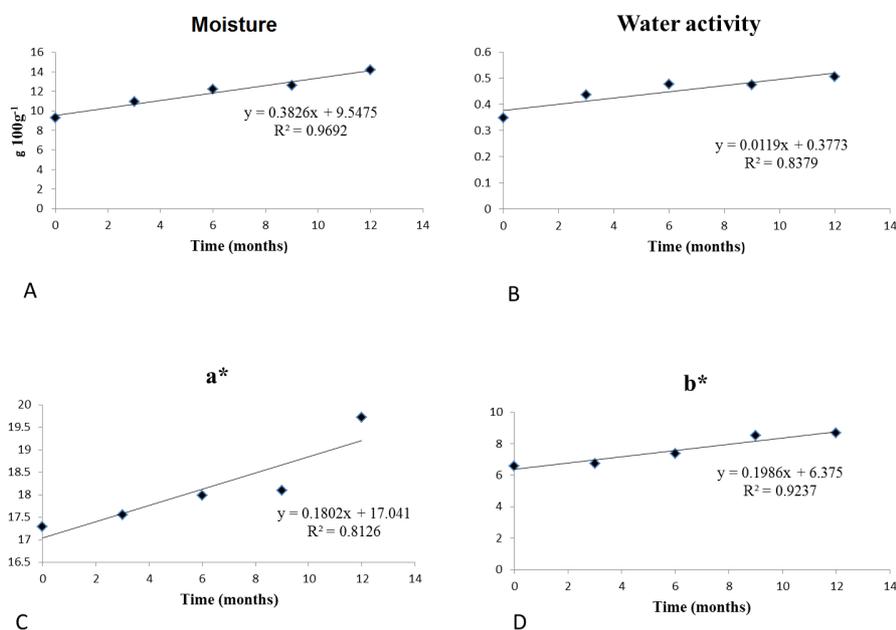


Figure 1 Effect of storage on the moisture content (A), water activity (B) and chromaticity coordinates a^* (C) and b^* (D)

Water activity increased significantly during storage (Figure 1B), but the flours had initial and final water activities of 0.348 and 0.506, respectively, lower than 0.60 which, according to Chisté *et al.* (2006), is considered the maximum limit, in order not to allow the development of microorganisms. The increase in water activity can be attributed to time, conditions of relative humidity and temperature in which the flour was stored, interfering with packaging permeability, and thus allowing water absorption during storage, as reported by Teixeira Neto, Vitali and Quat (2004).

Regarding the chromaticity coordinates a^* and b^* (Figure 1C and 1D), there was a significant increase starting at 9 months of storage. A reduction in L^* values (lower brightness), although not significant (Table 3), and an increase in the values of a^* (redshift) and b^* (yellowshift) indicate the darkening of the flour. The increase in the intensity of red in the jaboticaba skin flour between

time zero and the end time (12 months) was 12.37%, and the increase in the intensity of yellow at the end of storage, regarding the initial time, was 24%. No change in the soluble solids content was observed in the flours during the storage period (Table 2). Lima *et al.* (2008) found 11.60 °Brix for the lyophilized jaboticaba skin flour, close to that recorded in the present study.

Table 3 Lightness component (L*) and content of soluble solids (brix) in jaboticaba skin flour at different storage periods

Storage period (months)	L*	Soluble solids
0	37.10 ± 0.77	11.43 ± 0.52
3	37.10 ± 0.66	11.85 ± 0.13
6	36.95 ± 0.42	11.75 ± 0.15
9	36.80 ± 0.63	11.77 ± 0.17
12	36.13 ± 0.65	11.80 ± 0.17
Coefficient of variation (%)	1.73	2.16

Data are the average of four replicates ± standard deviation

The jaboticaba skin flour showed lower levels of phenolic compounds at 3, 6, 9 and 12 months of storage than at time zero (Figure 2A). It is possible to observe a downward trend in the content of phenolic compounds with the course of time, with a coefficient of determination of the equation higher than 0.77, showing a good adjustment of the regression model. Alves *et al.* (2014) recorded a phenolic content of 8.05 g 100 g⁻¹ DM in the jaboticaba skin flour dried at 45°C, which is similar to the one found in this study.

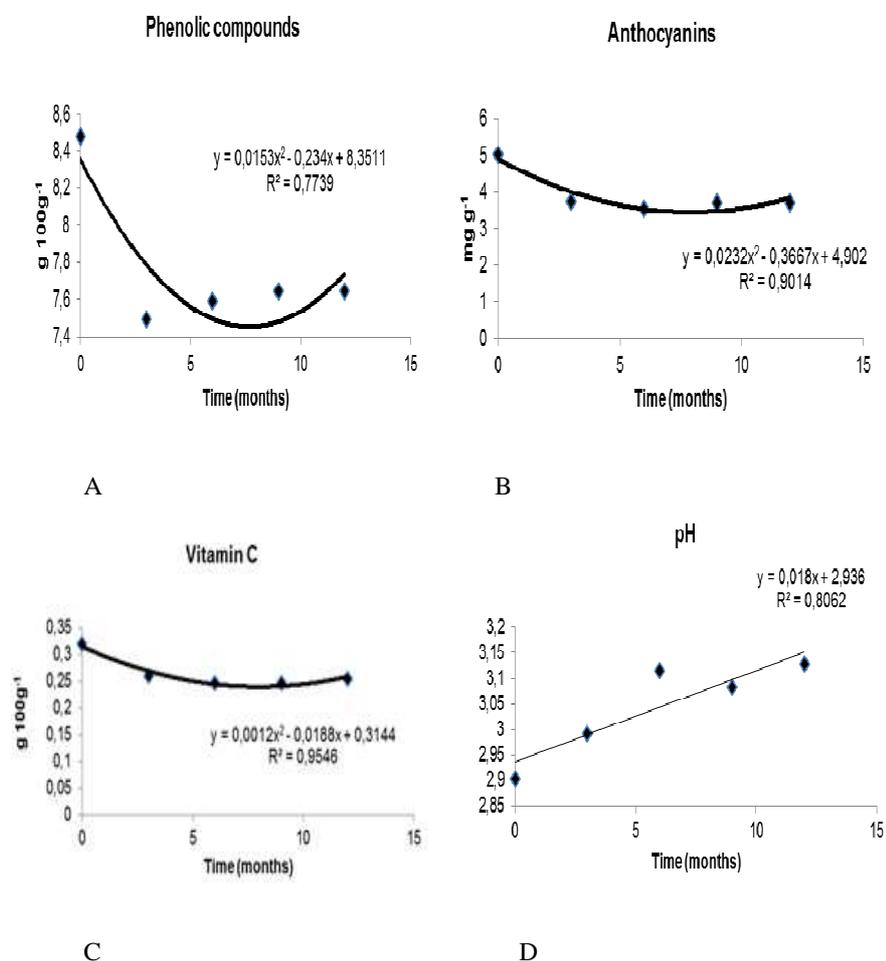


Figure 2 Effect of storage on the content of phenolic compounds (A), anthocyanins (B), vitamin C (C) and pH (D)

Anthocyanins, which belong to the class of phenolic compounds, showed a significant reduction of up to 29% (Figure 2B), and differ statistically from the flour without storage. Alves *et al.* (2014) found a content of anthocyanins close to the one found in this study ($6.46 \text{ mg g}^{-1} \text{ DM}$) in the jaboticaba skin flour dried at 45°C . These levels were lower than those found by Lima *et al.* (2011), which was $20.57 \text{ mg g}^{-1} \text{ DM}$ in the lyophilized jaboticaba

skin flour. This difference is probably due to the harvest in different crops and to the drying process of the skins.

For vitamin C, a reduction was also observed after storage (Figure 2C). Lima *et al.* (2011) reported vitamin C contents of 298.23 mg 100 g⁻¹ DM for the lyophilized jaboticaba skin flour, which is close to the result found in the present study. On the other hand, Alves *et al.* (2014) recorded a higher content than that found in this study for dried skin at 45°C, e.g. 342.27 mg 100 g⁻¹ DM.

The highest pH value was found at 12 months of storage, e.g. 3.13 (Figure 2D), and did not differ from the pH in the analyzed flours at 6 and 9 months of storage. This pH value was close to the one recorded by Lima *et al.* (2008) for the jaboticaba skin flour, i.e. 3.39. An advantage of low pH values is to hinder the development of microorganisms. According to Sarantópoulos, Oliveira and Canavessi (2001), the more aggressive the environment, the higher becomes the required minimum water activity for microbial growth. The presence of microorganisms was not detected during storage.

With the intention to facilitate the visualization of the variation in the analyzed parameters, a principal component analysis (PCA) was performed; this is a statistical method that analyzes multiple variables at once and facilitates the perception of variation in the data of interest. In PCA (Figure 3), components 1 and 2 explain about 60% of the total variance in the analyzes performed in the jaboticaba skin flour during storage. PC1, in this case, is responsible for the variable time and is the one that most influenced the analysis. In the graph of scores (Figure 3A) which explains the relationship between the samples themselves, it is possible to see that the samples analyzed in month 0 are the most different from the others; on the other hand, the samples in months 6 and 9 hardly differed.

From the graph of weights, which explains in terms of what parameters the samples were separated, it is possible to notice that the factors that had the

highest relationship with the analyzed samples in month 0 were phenolic compounds, anthocyanins, vitamin C and L*, whereas the highest relationship with the last month of storage was with moisture, water activity, coordinates a* and b* and pH. In the case of lipids, crude protein, ash and fiber that are represented in the center of the graph, it is possible to say that they varied very little during storage.

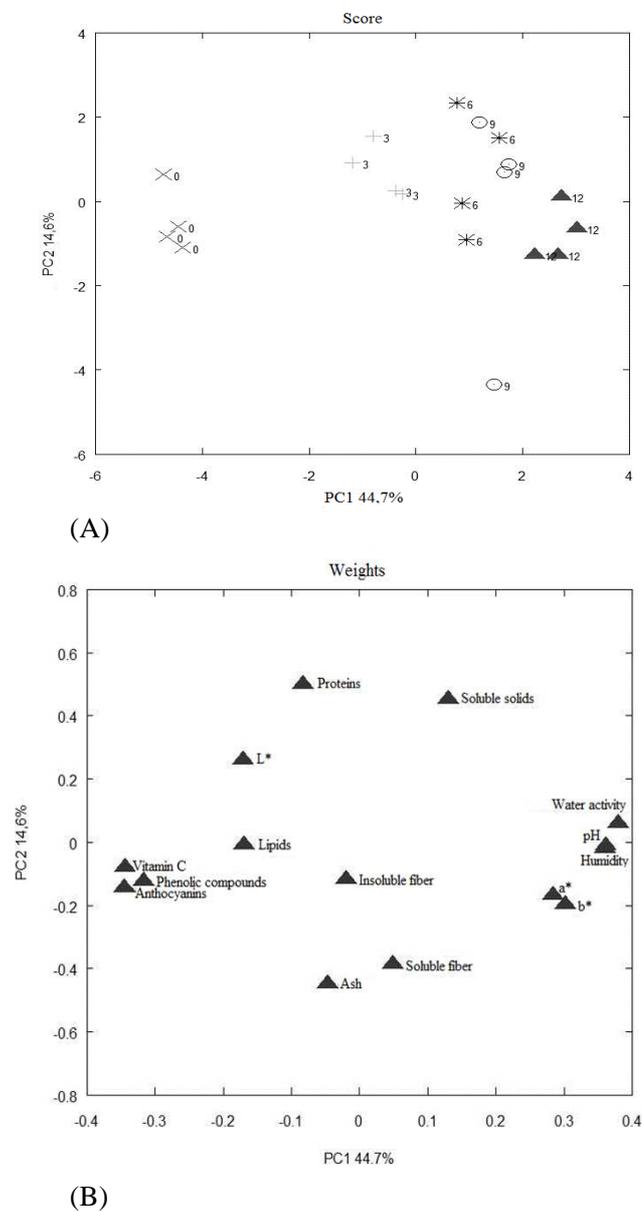


Figure 3 Graphical representation of the scores (A) and weights (B) for the analyzes performed in the jaboticaba skin flour at different storage times in relation to the axes defined by the principal components (PC1 and PC2)

4 CONCLUSION

It is possible to conclude that, after 12 months of storage at room temperature, the jaboticaba skin flour does not show significant changes in nutritional parameters, and shows a small reduction in antioxidant compounds, and can be considered an alternative to the enrichment of food products throughout the year.

RESUMO

PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE CASCA DE JABUTICABA ARMAZENADAS À TEMPERATURA AMBIENTE

A casca de jaboticaba é rica em fibras, minerais e compostos fenólicos, e seu uso agrega valor ao fruto. Avaliou-se a estabilidade de farinha de cascas de jaboticaba durante 12 meses de armazenamento, visando estender a utilização dessa farinha durante o ano todo, uma vez que a produção de jaboticaba é sazonal. Os frutos da jaboticaba, *Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg, da variedade Sabará, foram coletados maduros e suas cascas secas à temperatura de 45°C. As cascas secas foram moídas e armazenadas em frascos hermeticamente fechados e protegidos da luz à temperatura ambiente por 0, 3, 6, 9 e 12 meses. Em cada tempo de armazenamento foram realizadas análises de composição centesimal, vitamina C, compostos fenólicos, antocianinas, sólidos solúveis, atividade de água, cor, pH e análise microbiológica da farinha. Verificou-se aumento significativo nos seguintes parâmetros durante os 12 meses de armazenamento da farinha: umidade, 34%; atividade de água, 31,23%; coordenadas de cor (a, 12,37% e b, 24%); e pH, 7,35%. Por outro lado, constatou-se decréscimo no seu teor de compostos fenólicos, 9,91 %; antocianinas, 29% e vitamina C, 20%. Não se observou diferença significativa nos teores de lipídios, proteínas, cinzas, fibras e sólidos solúveis, assim como não se detectou a presença de micro-organismos em qualquer período de armazenamento da farinha. Concluiu-se que a farinha de casca de jaboticaba não apresentou alteração significativa nos parâmetros nutricionais, ocorrendo pequena redução nos compostos antioxidantes durante os 12 meses de armazenamento, podendo ser considerada como alternativa para o enriquecimento de produtos alimentícios, durante o ano todo.

Palavras-chave: *Plinia jaboticaba*; estabilidade; estocagem; constituintes químicos.

REFERENCES

1. 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**, v. 36, n. 4, p. 721-726, Oct.-Dec., 2014.
2. ALVES, A.P.C.; CORRÊA, A.D.; PINHEIRO, A.C.M.; 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.
3. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). **Official methods of analysis of AOAC International**. 18th ed. Maryland, 2005. 1094 p.
4. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Instituto Nacional de Meteorologia - BDMEP/INMET. Available in: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>>. Access in: 06/01/2013.
5. BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 de janeiro de 2005. Seção 1, p. 1018.
6. CHISTÉ, R. C. *et al.* Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.861-864, 2006.
7. EATON, J.W. **GNU Octave** 3.4.3 (GPL) software. Available in: <<http://www.gnu.org/software/octave/download.html>>. Access in: 11/12/2012.
8. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER). **Área de proteção ambiental do Município de Coqueiral**. Belo Horizonte, 2002.
9. FERREIRA, D.F. **SISVAR**: versão 4.6 (build 61) software. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Available in: <<http://www.dex.ufla.br/danielff/dff02.htm>>. Access in: 15/12/2012.

10. Instituto de Economia Agrícola (IEA). Available in: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/bancodedados.html>> Access in: 13/10/2013.
11. LEES, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **Hortscience**, v.7, n.1, p.83-84, Feb.1972.
12. LIMA, A.J.B.; CORRÊA, A.D.; ALVES, A.P.C.; ABREU, C.M.P.; DANTAS-BARROS, A.M. Caracterização química da fruta jaboticaba (*M. cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.58, n.4, p. 416-421, 2008.
13. LIMA, A.J.B.; CORRÊA, A.D.; MARTINS, M.P.; SACZK, A.A.; CASTILHO, R.O. Anthocyanins, pigment stability, and antioxidant activity in jaboticaba [*M. cauliflora* (Mart.) O. Berg]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.877-887, set. 2011.
14. MAGALHÃES, M.M.; BARROS, R.S.; FINGER, F.L. Changes in non-structural carbohydrates in developing fruit of *Myrciaria jaboticaba*. **Scentia Horticulturae**, v.66, n.1-2, p.17-22, 1996.
15. MATTOS, J.L.R. **Frutíferas nativas do Brasil**. São Paulo: Nobel, 1983. 92 p.
16. OLIVEIRA, L.F.; NASCIMENTO, M.R.F.; BORGES, S.V.; RIBEIRO, P.C.N.; RUBACK, V.R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.33, n.3, p.259-262, 2002.
17. SANTOS, J. C. *et al.* Processamento e avaliação da estabilidade da farinha de banana verde. **Exacta**, São Paulo, v.8, n.2, p.219-224, 2010.
18. SARATÓPULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 215 p.
19. SASSO, S.A.Z.; CITADIN, I.; DANNER, M.A. Propagação de jaboticabeira por enxertia e alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.2, p.571-576, 2010.

20. SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 317 p.
21. STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Analisis de vitaminas: metodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.
22. TEIXEIRA NETO, R.O.; VITALI, A; QUAST, D.G. **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. 3. ed. Campinas: ITAL, 2004.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for the financial support.

ARTIGO 2

Toxicity of the phenolic extract from jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg) fruit skins on *Spodoptera frugiperda***Ana Paula C. Alves^{1*}, Angelita D. Corrêa^{1*}, Deiane S. Alves¹, Adelir A. Saczk¹, Jéssica B. R. Lino¹, and Geraldo A. Carvalho¹**

Artigo publicado na Revista Chilean Journal of Agricultural Research, v. 74, n. 2, p. 200-204, April-june 2014.

Formatado de acordo com as normas da Revista Chilean Journal of Agricultural Research.

ABSTRACT

Fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, J.E. Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) is the main pest of maize, besides attacking sorghum and cotton crops. The control of this pest has been accomplished mainly with the use of synthetic insecticides but, due to the growing concern about the environment and food quality, phenolic compounds have shown their potential for the biological control of this insect. Thus, the objective of the present study was to evaluate the efficiency of the extract of jabuticabeira, *Myrciaria cauliflora* [Mart.] O. Berg (Myrtaceae) fruit skin flour in the control of *S. frugiperda*. Skins of *M. cauliflora* Sabará genotype were dried at 45 °C in a forced air oven. In order to obtain the extract, 1.0 g flour was mixed with 10 mL acetone: water solution (7:3 v/v). Forty-eight-hour-old *S. frugiperda* caterpillars were placed in glass tubes with an artificial diet containing the extract at concentrations of 0, 250, 500, 1000, and 2000 mg L⁻¹. The extract, in which the phenolic compounds gallic acid, gallo catechin, catechin, epicatechin, ellagic acid, and salicylic acid were identified at a concentration of 2000 mg L⁻¹, in average, increased mortality rates by 150% in the larval stage, the duration of larval stages by 60%, and pupal by 17%, and decreased the amount of females by 55%. On the other hand, the extract at 1000 mg L⁻¹ only increased the duration of the larval period

¹ Universidade Federal de Lavras, Chemistry Department, PO box 3037, CEP 37200-000 Lavras, Brasil. *Corresponding author (anapaula.quimica@hotmail.com, angelita@dqi.ufla.br).

by 24%. It was concluded that the extract is harmful to this insect, probably due to the presence of phenolic compounds.

Keywords: Botanical insecticide, fall armyworm, natural product, Mirtaceae.

INTRODUCTION

The caterpillar *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) is a phytophagous and cosmopolitan insect, widely distributed in North and South America, and causes damage in various crops, including corn, sorghum, cotton, and several grasses (Múrua et al., 2009).

The control of this pest has been performed mainly with the use of synthetic insecticides, which cause side effects to the environment, promote the selection of resistant insect populations (Busato et al., 2006), and cause concern about food quality effects, have encouraged studies of new control techniques (Estrela et al., 2006; Oliveira et al., 2006; Santiago et al., 2008). Many plants are sources of natural substances that can be used in pest control, and are an alternative to the indiscriminate use of pesticides (Shin-Foon and Yu-Tong, 1993).

Among the secondary metabolites involved in plant defense against insects, there are subclasses of phenolic compounds, including flavonoids and tannins, which are known to cause a decrease in insect growth and survival (Schaller, 2008). Tannins form complexes with the digestive enzymes in the intestine of insects, causing a decrease in the efficiency of protein digestion, and eventually slow growth (Schoonhoven et al., 2005).

Gallo et al. (2006) reported up to 86% mortality of *S. frugiperda* larvae when fed artificial diets containing phenolic compounds isolated from *Vitex polygama* Cham (Verbenaceae) and *Siphoneugena densiflora* Berg (Myrtaceae). Tirelli et al. (2010) found an increase in the duration of larval and pupal stages

of *S. frugiperda* due to the effect of tannins in the stem bark of several forest species, on, besides decrease of about 30% in pupal weight and 41% in larvae survival.

Jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora* [Mart.] O. Berg) fruit skins are especially rich in phenolic compounds, up to 9.79 g 100 g⁻¹ DM (Alves et al., 2013) and 11.99 g 100 g⁻¹ DM (Lima et al., 2008) in Sabará genotype. Among the phenolic compounds found in jaboticabeira fruit skins, the anthocyanins cyanidin 3-glucoside and delphinidin 3-glucoside were identified (Lima et al., 2011). These skins, which represent up to 43% of the fruit (Lima et al., 2008), are considered residue and, when discarded, carry secondary metabolites of great value due to their potential applications as insecticides and/or agrochemicals. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of the extract of jaboticabeira fruit skin flour as a source of an alternative low toxicity and biodegradable natural insecticide against *S. frugiperda*, and to offer a suitable use for this residue.

MATERIAL AND METHODS

Collection and processing of botanical material

Mature fruit of jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora* [Mart.] O. Berg), Sabará genotype, were hand-picked in the morning of 17 November 2011, on São José do Ismeril Farm, in the municipality of Coqueiral (21°11'14" S, 45°27'2" W; 823 m a.s.l.), in a region near Lavras, Minas Gerais, Brazil. The local climate, according to the Köppen's classification, is Cwa (mild and rainy summer, with moderate temperature, annual average below 21 °C). The average annual rainfall and relative humidity are 1500 mm and 70%, respectively (Emater, 2002).

The equipment used was an HPLC (Agilent 1100 Series, Agilent Technologies, Waldbronn, Germany), equipped with a high pressure binary pump (model G1311A), an ALS autosampler and a diode array detector (DAD), and the best response was obtained at a 280 nm wavelength. The extract and standards were separated on an Ascentis C₁₈ column (25 cm × 4.6 mm, 5 μm, Agilent), attached to a Supelguard Ascentis C₁₈ pre-column (2 cm × 4.0 mm, 5 μm).

The mobile phase was composed of 2% acetic acid (A) and methanol:water:acetic acid (70:28:2 v/v/v) (B). Analyses were performed in a total time of 65 min at 15 °C in a gradient-type system: 100% solvent A from 0.01 to 5 min; 70% solvent A from 5 to 25 min; 60% solvent A from 25 to 43 min; 55% solvent A from 43 to 50 min and 0% solvent A for 10 min until the end of the run. Solvent A was increased to 100%, seeking to maintain a balanced column. The flux used in all analyses was 1.0 mL min⁻¹ and the injection volume was 20 μL.

The JFSF extract and standards were filtered through a 0.45μm nylon membrane (Millipore®, Billerica, Massachusetts, USA) and directly injected into the chromatographic system in three replicates. Phenolic compounds in the extract were identified by comparison with retention times of standards. Quantification was performed by the construction of analytical curves.

Bioassay with *S. frugiperda* larvae

For the bioassay, the lyophilized extract was solubilized in distilled water and incorporated into the artificial diet at 250, 500, 1000, and 2000 mg L⁻¹.

The experimental design was completely randomized, with 60 replicates per treatment, and in the control treatment only water was incorporated into the diet. The experimental unit consisted of a glass tube (8.0 cm high × 2.0 cm

wide) with a piece of diet (1.5 cm × 1.5 cm) plus the extract, where a 48-h-old *S. frugiperda* caterpillar, which was previously fed an artificial diet free of any extract, was inoculated. The experiment was conducted at 25 ± 2 °C, $70 \pm 10\%$ RH, and a 12:12 h photoperiod.

Larval mortality was evaluated daily until pupation. The following biological characteristics were also evaluated: duration of larval stage, pupal weight, duration of pupal stage, and sex ratio of specimens. At adult emergence, couples were placed separately in PVC cages (10 cm × 10 cm), fed with 10% honey solution. Insect longevity and oviposition were evaluated daily, until death.

Statistical analysis

Data on pupal weight, sex ratio, number of oviposition and eggs were subjected to one way ANOVA and, when significant, treatment means were compared by the Tukey test at $p < 0.05$ (PROC GLM; SAS Institute, 2008). Larval mortality and duration of larval and pupal stages were also subjected to one way ANOVA and, when significant, a regression analysis was performed ($p < 0.05$) depending on the concentration of the extract (PROC REG; SAS Institute, 2008).

Data on male and female longevity were subjected to survival analysis, using the non-parametric procedure LIFETEST (SAS Institute, 2008). This procedure allows the estimation of survival curves obtained by Kaplan-Meier estimators, generated from the proportion of surviving insects, from the beginning until the end of the bioassay.

RESULTS AND DISCUSSION

Several phenolic compounds were identified in the extract ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ extract): gallic acid (52.00), gallocatechin (27.20), catechin (50.46), epicatechin (145.47), ellagic acid (35.44) and salicylic acid (133.44); gallocatechin, catechin and epicatechin are monomers of condensed tannins (Figure 1). The highest content was presented by epicatechin (Table 1), followed by salicylic acid. It is possible to verify the presence of several other not identified peaks, but they are possibly other phenolic compounds. Lima et al. (2011) identified the anthocyanic phenolics cyanidin 3-glucoside and delphinidin 3-glucoside, however using another extragent.

Gallic and ellagic acids are constituents of hydrolysable tannins, which are defined as esters of gallic and ellagic acids; on the other hand, condensed tannins are oligomers and polymers formed by the polycondensation of two or more flavonoid units and have a great biological significance for their strong interactions with metallic ions and macromolecules, such as polysaccharides, besides presenting the ability to form soluble complexes with alkaloids, gelatin, and various proteins. This ability to interact with proteins makes tannins very toxic to insects, fungi, and bacteria (Simões et al., 2001).

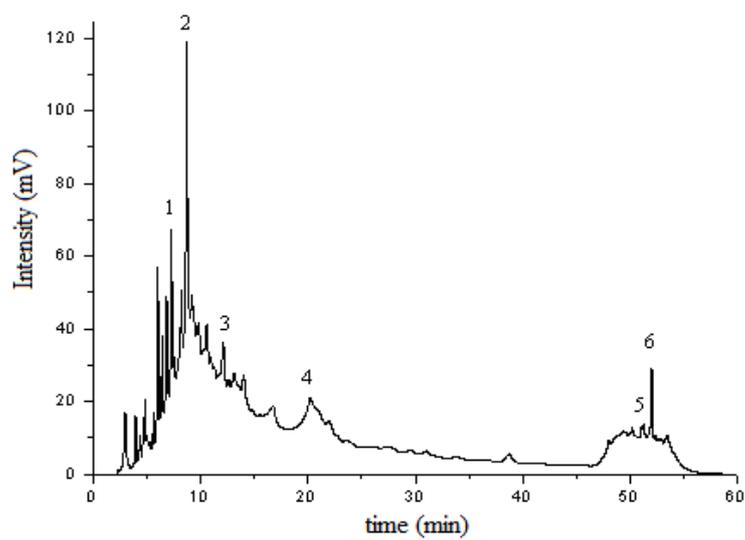


Figure 1 Chromatogram of the jabuticabeira fruit skin flour extract. Identification of peaks: 1:gallic acid; 2: galocatechin; 3: catechin; 4: epicatechin; 5: ellagic acid; and 6: salicylic acid

Table 1 Contents of phenolic compounds in jaboticabeira fruit skin extracts added to the artificial diet of *Spodoptera frugiperda* at different concentrations

Phenolic compound	Extract (mg L ⁻¹)			
	250	500	1000	2000
Gallic acid	0.13 ± 0.01	0.26 ± 0.01	0.52 ± 0.01	1.04 ± 0.01
Gallocatechin	0.07 ± 0.00	0.14 ± 0.00	0.28 ± 0.00	0.56 ± 0.00
Catechin	0.13 ± 0.02	0.26 ± 0.02	0.52 ± 0.02	1.04 ± 0.02
Epicatechin	0.36 ± 0.03	0.72 ± 0.03	1.44 ± 0.03	2.88 ± 0.03
Ellagic acid	0.09 ± 0.01	0.18 ± 0.01	0.36 ± 0.01	0.72 ± 0.01
Salicylic acid	0.33 ± 0.04	0.66 ± 0.04	1.32 ± 0.04	2.64 ± 0.04

Data are the mean of three replicates ± standard deviation

When diets containing extracts were consumed by *S. frugiperda*, the extract at 2000 mg L⁻¹ increased mortality of this noctuid during larval stage, but were not affected at lower concentrations (Figure 2).

This result was probably due to the presence of phenolic compounds in the extract, such as hydrolysable tannins which can significantly reduce insect survival and growth, since they inactivate digestive enzymes and create a tannin-protein complex that is difficult to digest (Mello and Silva-Filho, 2002); or catechin that shows higher toxicity to insects than tannins, although it has low affinity for proteins (Monteiro et al., 2005). Gallo et al. (2006) also observed inhibition of larval growth of *S. frugiperda* as a result of the activity of condensed tannins from extracts of *Siphoneugena densiflora* Berg (Myrtaceae).

The prolongation of the larval phase observed for caterpillars fed diets containing 1000 and 2000 mg L⁻¹ (Figure 2) was possibly due to the presence of phenolic substances that are toxic to the insect, such as gallic acid, which acts as an antifeedant for *S. frugiperda* larvae (Urrea-Bulla et al., 2004). A longer duration of the larval stage is an advantage in field, since the insects will be prone to predators' attack for a longer time. This result confirms the ones found

by Tirelli et al. (2010), who also found effects of tannin fractions of the stem bark on this pest.

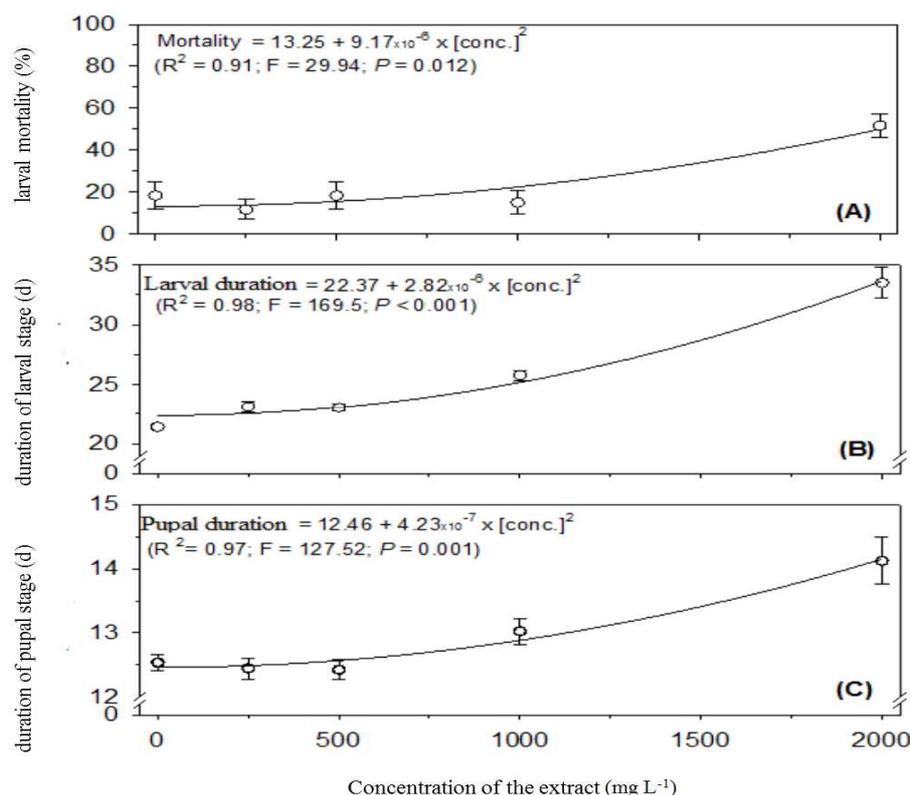


Figure 2 Regression of larval mortality (A), duration of larval (B), and pupal stages (C) of *Spodoptera frugiperda* for different concentrations of jaboticabeira fruit skin flour extract

It was observed that the treatment with 2000 mg L⁻¹ of extract extended the pupal stage of *S. frugiperda*, while pupal weight was not reduced by any treatment (Figure 2). According to Tanzubil and McCaffery (1990), the slow growth of the insect without a reduction in pupal weight, as occurred with insects treated with the phenolic JFSF extract, was possibly caused by low doses

of toxic phenolic substances, which are able to inhibit growth, but not their diet. The prolongation of the larval stage of insects caused by the ingestion of natural products has been reported in the literature. Nomura and Itioka (2002) observed an increase in the duration of larval and pupal stages, as well as in larval mortality, and a reduction of adult emergence from the application of synthetic tannins on artificial diets of *Spodoptera litura* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Noctuidae), and found that the reduction in larval growth was proportional to the concentration of the substance ingested.

Table 2 Pupal weight, number of ovipositions and number of eggs of *Spodoptera frugiperda* from caterpillars fed on a diet supplemented with the extracts

Treatments (mg L ⁻¹)	Pupal weight (g)	Number of ovipositions	Number of eggs
0	0.30 ± 0.03	10.42 ± 3.62	2.982.63 ± 616.52
250	0.30 ± 0.03	10.14 ± 2.27	2.316.38 ± 715.80
500	0.31 ± 0.03	10.57 ± 2.70	2.663.38 ± 307.88
1000	0.31 ± 0.03	11.88 ± 2.17	2.341.75 ± 394.63
2000	0.30 ± 0.04	8.50 ± 2.88	1.940.50 ± 730.59

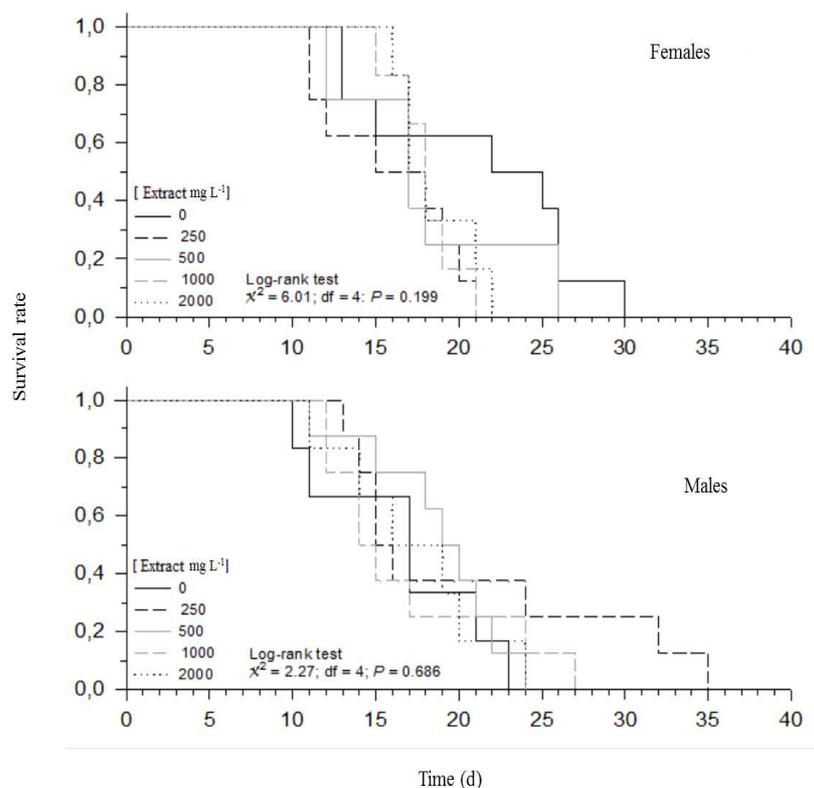


Figure 3 Survival curves for females and males of *Spodoptera frugiperda*, over time, coming from caterpillars fed on the diet containing the jaboticabeira fruit skin flour extract

Table 3 Sex ratio of *Spodoptera frugiperda* from caterpillars fed on a diet supplemented with the extracts

Extract (mg L ⁻¹)	n	Sex ratio
0	48	0.48ab**
250	45	0.51ab
500	45	0.73a
1000	44	0.43ab
2000	24	0.29b
<i>P</i> -value*		0.005

**P*-value of ANOVA. **Means followed by the same letter do not differ according to Tukey test ($P > 0.05$)

In general, it was found that, although caterpillars were normally fed, the food may have remained in their intestine for a longer time, so that there could be a higher nutrient assimilation. According to Reynolds et al. (1985), *Manduca sexta* (Linnaeus, 1763) (Lepidoptera: Sphingidae) caterpillars can optimize the retention time of food in the intestine, maximizing the absolute rate of nutrient absorption.

Regarding pupal weight ($F_{4;224} = 1.4$; $P = 0.235$), number of oviposition ($F_{4;33} = 1.49$; $P = 0.226$) and of eggs ($F_{4;33} = 2.38$; $P = 0.071$), negative effects of these extracts on these biological characteristics were not observed (Table 2).

Regarding the longevity of adult males and females (Figure 3), no significant differences were found. Adults began to emerge from the eleventh day, and the last ones died on the thirty-fifth day; there was no significant difference of the treatments concerning survival of males and/or females.

It was possible to observe a significant difference in the sex ratio of adults, which came from caterpillars fed the diet containing 500 mg L^{-1} extract, with the highest number of females, differing only from adults treated with 2000 mg L^{-1} , which presented the highest amount of males (Table 3). This decrease in the number of females is important, since they are responsible for oviposition, yielding new specimens.

CONCLUSIONS

The jaboticabeira fruit skin flour extract, in which phenolic compounds gallic acid, gallocatechin, catechin, epicatechin, ellagic acid, and salicylic acid were identified at a concentration of 2000 mg L⁻¹, was toxic to *Spodoptera frugiperda*. It caused an increase in larval mortality, as well as in larval and pupal stages, and a decrease in the amount of females.

At the concentration of 1000 mg L⁻¹, the extract caused an increase only in the duration of the larval stage of *S. frugiperda*.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) for the financial support.

LITERATURE CITED

- Agostini-Costa, T.S., A. Lima, e M.V. Lima. 2003. Determinação de tanino em pedúnculo de caju: método da vanilina versus método do butanol ácido. *Química Nova* 26:763- 765.
- Alves, A.P.C., A.D. Corrêa, A.C.M. Pinheiro, and F.C. Oliveira. 2013. Flour and anthocyanin extracts of jaboticaba skins used as a natural dye in yogurt. *International Journal of Food Science and Technology* 48:2007-2013.
- Busato, G.R., A.D. Grützmacher, M.S. Garcia, M.J. Zotti, S.D. Nörnberg, T.R. Magalhães, et al. 2006. Susceptibilidade de lagartas dos biótipos milho e

- arroz de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) a inseticidas com diferentes modos de ação. *Ciência Rural* 36:15-20.
- Emater. 2002. Área de proteção ambiental do Município de Coqueiral. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater), Unidade de Consultoria e Projetos, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.
- Estrela, J.L.V., M. Fazolin, V. Catani, M.R. Alécio, e M.S. Lima. 2006. Toxicidade de óleos essenciais de *Piper aduncum* e *Piper hispidinervum* em *Sitophilus zeamais*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41:217-222.
- Gallo, M.B.C., W.C. Rocha, U.S. Cunha, F.A. Diogo, F.C. Silva, P.C. Vieira, et al. 2006. Bioactivity of extracts and isolated compounds from *Vitex polygama* (Verbenaceae) and *Siphoneugena densiflora* (Myrtaceae) against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Pest Management Science* 62:1072-1081.
- Lima, A.J.B., A.D. Corrêa, A.P.C. Alves, C.M.P. Abreu, e A.M. Dantas-Barros. 2008. Caracterização química da fruta jabuticaba (*M. cauliflora* Berg) e de suas frações. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 58:416-421.
- Lima, A.J.B., A.D. Corrêa, A.A. Saczk, M.P. Martins, and R.O. Castilho. 2011. Anthocyanins, pigment stability and antioxidant activity in jabuticaba [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg]. *Revista Brasileira de Fruticultura* 33:877-887.
- Mello, M.O., and M.C. Silva-Filho. 2002. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 14:71-81.
- Monteiro, J.M., U.P. Albuquerque, E.L. Araújo, e E.L.C. Amorim. 2005. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. *Química Nova* 28:892-896.
- Múrua, M.G., J. Molina-Ochoa, and P. Fidalgo. 2009. Natural distribution of parasitoids of larvae of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, in Argentina. *Journal Insect Science* 9:1-17.

- Nomura, M., and T. Itioka. 2002. Effects of synthesized tannin on the growth and survival of a generalist herbivorous insect, the common cutworm, *Spodoptera litura* Fabricius (Lepidoptera: Noctuidae). *Applied Entomology and Zoology* 37:285-289.
- Oliveira, A.M., P.B. Maracajá, E.T. Diniz Filho, e P.C.F. Linhares. 2006. Controle biológico de pragas em cultivos comerciais como alternativa ao uso de agrotóxicos. *Revista Verde* 1:1-9.
- Reynolds, S.E., S.F. Nottingham, and A.E. Stephens. 1985. Food and water economy and its relation to growth in fifth-instar larvae of the tobacco hornworm, *Manduca sexta*. *Journal of Insect Physiology* 31:119-127.
- Santiago, G.P., L.E.M. Pádua, P.R.R. Silva, E.M.S. Carvalho, e C.B. Maia. 2008. Efeitos de extratos de plantas na biologia de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) mantida em dieta artificial. *Ciência e Agrotecnologia* 32:792-796.
- SAS Institute. 2008. SAS/STAT User's Guide v.8. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Schaller, A. 2008. Induced plant resistance to herbivory. p. 189-208. In Bernards, M.A., and L. Bastrup-Spohr (eds.) *Phenylpropanoid metabolism induced by wounding and insect herbivory*. Springer, New York, USA.
- Schoonhoven, L.M., J.J.A. van Loon, and M. Dicke. 2005. *Plants as insect food: not the ideal*. *Insect plant biology*. 115 p. Oxford University, New York, USA.
- Shin-Foon, C., and Q. Yu-Tong. 1993. Experiments on the application of botanical insecticides for the control of diamondback moth in South China. *Journal Applied Entomology* 116:479-486.
- Simões, C.M.O., E.P. Schenkel, G. Gosmann, J.C.P. Mello, L.A. Mentz, e P.R. Petrovick. 2001. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

- Tanzubil, P.B., and A.R. McCaffery. 1990. Effects of azadirachtin and aqueous Neem seed extracts on survival, growth and development of the African armyworm, *Spodoptera exempta*. *Crop Protection* 9:383-386.
- Tirelli, A.A., D. S. Alves, G.A. Carvalho, R.R Sâmia, S.S. Brum, e M.C. Guerreiro. 2010. Efeito de frações tânicas sobre parâmetros biológicos e nutricionais de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Ciência e Agrotecnologia* 34:1417-1424.
- Urrea-Bulla, A., M.M. Suárez, and B. Moreno-Murillo. 2004. Biological activity of phenolic compounds from *Alchornea glandulosa*. *Fitoterapia* 75:392-394.

ARTIGO 3

APLICAÇÃO TECNOLÓGICA DE FARINHA DE CASCA DE JABUTICABA EM APRESUNTADOS

Ana Paula de C. Alves, Thaís C. L. de Carvalho, Ana Carla M. Pinheiro,
Eduardo M. Ramos, Angelita D. Corrêa

**Artigo a ser submetido a Revista Higiene Alimentar, redigido conforme
norma da revista**

RESUMO

O objetivo neste estudo foi elaborar apresuntados com substituição de farinha de casca de jabuticaba (FCJ), que apresenta teores elevados em fibras e compostos fenólicos, caracterizando-os físico - quimicamente e sensorialmente, avaliando o impacto da informação de possíveis benefícios à saúde e o efeito do uso da FCJ no armazenamento do produto. Foram elaborados quatro apresuntados adicionados de FCJ nas concentrações de 0% (controle), 0,5%, 1,0% e 1,5%, em substituição à carne. Os apresuntados com FCJ apresentaram maiores teores de compostos fenólicos; maior perda de peso; uma tonalidade mais escura; perfil de textura com menores parâmetros de dureza, coesividade, adesividade, flexibilidade e mastigabilidade (exceto o apresuntado com 0,5% de FCJ). Na análise sensorial, os julgadores preferiram o apresuntado controle, contudo o apresuntado com 0,5% de FCJ recebeu boas notas, relativamente. Quando os julgadores receberam a informação de que os apresuntados com FCJ possivelmente trariam benefícios à saúde, passaram a apreciar também os apresuntados com 0,5% e 1,0% de FCJ. Conclui-se que se pode elaborar e armazenar apresuntado com 0,5% de FCJ, e ser bem aceito, desde que no rótulo do produto conste a informação que possui substâncias antioxidantes e fibras, que podem trazer benefícios à saúde do consumidor.

Palavras chave: *Plinia jaboticaba*, produto cárneo, fibra alimentar, composto fenólico, antioxidante, análise sensorial.

INTRODUÇÃO

O efeito benéfico de determinados tipos de alimentos sobre a saúde é conhecido há muito tempo. Apesar disso, o estudo desses alimentos e de seus componentes responsáveis por esse efeito, tornou-se intenso apenas nos últimos anos. Isso tem ocorrido devido à preocupação de que além de boa qualidade nutricional, os alimentos proporcionem melhorias à saúde de quem os consome (OLIVEIRA et al., 2002). Essa busca tem motivado as comunidades industrial e científica a unirem esforços no sentido de ofertar alimentos industrializados que, além de nutrir, promovam o bem-estar e atuem como redutores dos riscos de doenças crônicas (OLIVEIRA et al., 2013).

A jabuticaba apresenta grande potencial de comercialização, pois é muito apreciada tanto para consumo in natura como para a fabricação de geleia, bebidas fermentadas e vinagres (CITADIN; DANNER; SASSO, 2010). Segundo Instituto de Economia Agrícola (IEA), o plantio de jabuticaba no estado de São Paulo ocupou no ano de 2012, 270 hectares que renderam 2,56 mil toneladas da fruta, sendo o município de Casa Branca responsável por 78% da produção estadual. Mas é em sua casca, que geralmente é descartada e que pode representar até 43% do fruto, onde são encontrados elevados teores de compostos fenólicos - 11,99 g 100 g⁻¹ em matéria seca (MS), fibras alimentares (fibra solúvel - 6,8 g 100 g⁻¹ MS e fibra insolúvel - 26,43 g 100 g⁻¹ MS) e minerais, em mg 100 g⁻¹ MS, como o ferro 1,68, potássio 1.496,67, magnésio 90,00 e manganês 1,71 (LIMA et al., 2008).

Devido a essas características, o interesse pela jabuticaba e seus produtos tem crescido. Alves et al. (2013) estudaram a adição de farinha e extratos antociânicos de casca de jabuticaba em iogurtes e os resultados do teste de aceitação das amostras de iogurte variaram entre gostei ligeiramente e gostei moderadamente. A retenção de cor para todas as amostras de iogurte foi superior

a 70%. A meia-vida média foi superior a 2.500 horas, considerada alta. Assim, concluíram que o uso de farinha de casca de jabuticaba e dos extratos como aditivos para o iogurte pode ser uma alternativa para utilização deste resíduo.

Ferreira et al. (2012) avaliaram o aproveitamento da FCJ em massas de biscoito tipo cookie e concluíram que sua utilização influenciou positivamente a textura/maciez dos biscoitos, sendo assim a adição desta farinha na elaboração de biscoitos é viável, sugerindo-se quantidades de até 5%, para não haver influências quanto à aceitação.

Estudos com a aplicação da FCJ em dietas de ratos mostraram o aumento do colesterol HDL e melhora da resistência à insulina nestes animais (ARAÚJO et al., 2014; LAGE et al., 2014; LENQUISTE et al., 2012). Batista et al. (2014) avaliaram a peroxidação lipídica e a capacidade antioxidante no sangue, fígado e cérebro de ratos tratados com diferentes concentrações de FCJ liofilizada e verificaram a redução de ácidos graxos saturados no soro sanguíneo dos ratos tratados com a dieta adicionada de farinha, além de aumento de antioxidantes no plasma desses animais. As dietas adicionadas de farinha impediram ainda a peroxidação lipídica no fígado e aumentou suas defesas antioxidantes, além da diminuição da peroxidação lipídica no cérebro, com o aumento do teor da FCJ na dieta. Assim, com esses benefícios que essa farinha pode trazer à saúde, sua utilização na elaboração de novos produtos é bastante relevante. A utilização da FCJ, como fonte de compostos fenólicos, fibras e minerais, na formulação de novos produtos apresenta-se como opção no combate ao desperdício dessa importante matéria-prima. Além disso, propicia o enriquecimento e a diversificação da dieta da população e atende aos interesses dos consumidores por produtos com valor nutricional agregado e/ou benefícios à saúde.

No Brasil o consumo de apresetado tem se popularizado por constituírem produtos elaborados com matéria prima menos nobre que o

presunto e ainda assim serem produtos de qualidade, porém de mais baixo custo. Concomitante a esse crescente consumo de apresuntados e de embutidos em geral elevou-se a preocupação por parte da população e dos órgãos públicos de saúde, com crescente o aparecimento de doenças crônicas. Sendo assim a presença de fibras em produtos cárneos, é de grande interesse na área da saúde já que tem sido relatado inúmeros estudos relacionando o papel da fibra alimentar com a prevenção de doenças como câncer de colón, obesidade, problemas cardiovasculares e diabetes. Além disso, devido aos compostos fenólicos presentes na FCJ, a sua adição em produtos cárneos aumentará a atividade antioxidante, podendo trazer ainda mais benefícios à saúde do consumidor.

Neste contexto, a casca de jaboticaba surge como opção para agregar valor a produtos cárneos, devido as suas substâncias bioativas. Assim, o objetivo neste estudo foi elaborar apresuntados com substituição parcial da carne por farinha da casca de jaboticaba (FCJ), caracterizando-os físico - quimicamente e sensorialmente, avaliando o impacto da informação de possíveis benefícios à saúde e o efeito do uso da FCJ no armazenamento do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

Colheita das jaboticabas e preparo das amostras

Os frutos maduros de jaboticaba, *Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg, genótipo Sabará, foram colhidos manualmente, na fazenda São José do Ismeril, no município de Coqueiral, MG, Brasil (localizado a 21°11'22" de latitude S e 45°26'26" de longitude O, à altitude de 823 m), região perto de Lavras/MG.

Os frutos sadios foram selecionados, lavados em água corrente para retirar as impurezas e em seguida foram sanitizados com solução de hipoclorito e sódio (200 mg kg⁻¹), por imersão de 10 minutos, espremidos e as cascas

separadas obtendo-se 13 kg. Em seguida foram secas em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 45°C, até peso constante, e se obteve 2,1 kg.

Após secagem, as cascas foram moídas em moinho de facas (TE 631 Tecnal) durante 3 minutos, e passadas em peneiras de 35 *mesh* e a farinha obtida foi acondicionada em frascos de polietileno, envoltos com papel alumínio e armazenados à temperatura ambiente até o preparo dos apresuntados.

Análises na farinha

A composição centesimal da FCJ foi realizada segundo a metodologia descrita pela Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2005). A extração dos compostos fenólicos das farinhas foi realizada com metanol 50% (1: 25, m v⁻¹), e na dosagem utilizou-se o ácido tânico como padrão (AOAC, 2005). As antocianinas foram extraídas e quantificadas utilizando o método proposto por Lees e Francis (1972), com modificações feitas por Lima et al. (2011). As medidas de pH foram determinadas utilizando-se um potenciômetro marca TECNAL, modelo Tec - MP. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Elaboração dos apresuntados

As carnes, refrigeradas (4°C), foram limpas (remoção de aparas, sujeiras, hematomas, cartilagens, etc.) e moídas em disco de 14 mm. Os ingredientes, inclusive a FCJ, foram misturados até homogeneização completa e a massa obtida mantida por, aproximadamente, 20 horas em câmara fria (4°C) para se processar a cura.

A massa foi, então, embalada à vácuo, em filme flexível de nylon-poli, e enformada em forma metálica de 1 kg. Foram elaborados quatro apresuntados, estes foram adicionados de FCJ nas concentrações de 0% (controle); 0,5%; 1,0% e 1,5% em três repetições.

A diferença entre os tratamentos foi a substituição de carne por FCJ nas diferentes concentrações, conforme apresentado na Tabela 1.

Análises dos apresentados

a) Composição centesimal e valor calórico

As análises da composição centesimal dos apresentados, em três repetições, foram realizadas segundo metodologia oficial da AOAC (2005), exceto o teor de fibras alimentares que foi calculado baseando-se no teor de fibras da FCJ. Os carboidratos foram calculados por diferença de 100 menos lipídeos, proteínas e cinzas. O cálculo do valor calórico dos apresentados foi realizado utilizando os coeficientes de ATWATER (carboidratos = 4,0; lipídeos = 9,0; proteínas = 4,0).

Tabela 1 Formulação básica para elaboração dos apresentados

Matéria prima	0% FCJ* (controle)		0,5%	1,0%	1,5%
	g	%	FCJ	FCJ	FCJ
Paleta suína	430,5	43,05	427,0	423,5	420,0
Pernil suíno	184,5	18,45	183,0	181,5	180,0
FCJ (g)	-	0	5	10	15
Água (mL)	310	31	310	310	310
Supro 500E (isolado proteico de soja)	20	2	20	20	20
Fécula de mandioca	20	2	20	20	20
Sal refinado	10	1	10	10	10
Rendmax 208** (mix contendo fosfato, nitrito/nitrato, e ascorbato/isoascorbato)	17	1,7	17	17	17
Max sabor 207 (glutamato monosódico)	3	0,3	3	3	3
Condimento presunto Califórnia	5	0,5	5	5	5
Corante carmin (mL)	0,1	-	0,1	0,1	0,1

*FCJ = farinha de casca de jabuticaba

**New Max industrial

b) pH

Os pH foram medidos por meio de inserção de eletrodo combinado, tipo penetração, acoplado a um potenciômetro (DM20-Digimed), em cinco pontos diferentes na massa cárnea (temperatura ambiente) antes da enformagem e no produto acabado.

c) Perda de peso no cozimento

As amostras de apresentados, em três repetições, foram pesadas antes do cozimento. As peças embaladas foram mantidas à temperatura de 4°C. Após 24

horas foram removidas as embalagens e as peças foram secas com papel absorvente para a determinação da perda de peso, utilizando a equação abaixo.

$$\text{PPC (\%)} = (\text{PI} - \text{PF})/\text{PI} \times 100$$

Em que:

PPC = perda de peso no cozimento

PF = peso final (g) do apresuntado

PI = peso inicial (g) do apresuntado

d) Atividade de água

A atividade de água (Aa) do apresuntado foi avaliada diretamente em aparelho específico Aqualab®, modelo CX2 (Decagon Devices Inc.), pela determinação do ponto de orvalho, seguindo-se as orientações do fabricante.

e) Compostos fenólicos

A extração dos compostos fenólicos foi realizada com metanol 50%, na proporção (1: 25, m v⁻¹), em refluxo por três vezes consecutivas, a 80°C e os extratos reunidos, evaporados até 25 mL e submetidos à dosagem de compostos fenólicos, utilizando-se o reagente de Folin-Denis, o qual foi reduzido pelos fenóis a um complexo de coloração azul em solução alcalina, que foi medido a 760 nm. O ácido tânico foi utilizado como padrão para construção da curva analítica (AOAC, 2005).

f) Avaliação da oxidação lipídica

As análises de índice de substâncias reativas ao ácido tio-barbitúrico (TBARs) foram realizadas nos apresuntados, após armazenamento sob refrigeração (4°C) por 24 horas seguindo metodologia descrita por Raharjo et al.

(1992), com modificações. Foram pesados 10 g de amostra, misturados a 40 mL de ácido tricloroacético 5% e 1 mL de di-terc-butil metil fenol (BHT) (1,5 g BHT 100 g⁻¹ lipídeo), sendo esta solução filtrada em papel de filtro e o volume completado para 50 mL. Uma alíquota de 2 mL do filtrado foi acrescentado de 2 mL de solução de ácido tio-barbitúrico (TBA) 0,08 mol L⁻¹ e aquecido em banho-maria fervente por 5 minutos. Depois de resfriado à temperatura ambiente, a absorbância foi lida em aparelho espectrofotômetro (Femto modelo 800 XI) a 532 nm. Os valores foram expressos em mg de malonaldeído kg⁻¹, por meio da curva padrão obtida com 1,1,3,3 tetraetoxipropano.

g) Cor objetiva

A avaliação objetiva da cor final dos produtos foi realizada em colorímetro Chroma Meters CM-700 (Konica Minolta Sensing Inc.). Para o cálculo dos índices de cor foi estabelecido o iluminante D65, o ângulo de 10° para o observador e o sistema de cor CIELAB.

Os índices de cor L*, a* e b* foram obtidos, para cada repetição, considerando-se o valor médio de seis leituras realizadas em diferentes pontos de três fatias (replicatas) de, aproximadamente, quatro centímetros de espessura.

h) Textura objetiva

Os apresuntados foram analisados, à temperatura ambiente, pelo teste de análise de perfil de textura (TPA) em um texturômetro TA.XT2i Texture Analysis (Stable Micro System Inc.), conectado a um computador equipado com o programa Texture Expert®. O teste de análise de perfil de textura (TPA) foi conduzido segundo Gonçalves et al. (2009). As amostras, cortadas em cubos com 1,0 cm de arestas, foram comprimidas duas vezes até 50% de seu tamanho, com um prato de compressão de 7,5 cm de diâmetro. Não houve tempo de repouso da amostra entre os dois ciclos de compressão. A curva de deformação

com o tempo foi obtida a uma velocidade de compressão de $2,5 \text{ mm s}^{-1}$, a partir da qual foram geradas cinco características de textura, segundo Bourne (1978) e Szczesniak (1998): dureza; coesividade; adesividade; flexibilidade e mastigabilidade.

i) Armazenamento dos apresuntados

Para o armazenamento, os apresuntados depois de resfriados em banho de gelo, foram desenformados e cortados em pedaços de aproximadamente 200 g, embalados a vácuo e armazenados sob refrigeração (4°C) nos tempos 0, 15, 30, 45 e 60 dias, sendo realizadas as seguintes análises: oxidação lipídica, pH, cor objetiva e compostos fenólicos.

j) Análise sensorial

A avaliação sensorial deste trabalho foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Lavras - UFLA, com o número de certificado de apresentação para apreciação ética (CAAE): 13068013.4.0000.5148.

Os quatro apresuntados elaborados com diferentes níveis de FCJ foram analisados sensorialmente através da aplicação do teste CATA - *Check-all-that-apply* (marque tudo o que se aplica) segundo Ares et al. (2010).

A sessão ocorreu no Laboratório de Análise Sensorial, onde quinze julgadores não treinados selecionados aleatoriamente foram convidados a provar cada uma das amostras dos apresuntados, que foram cortadas em fatias de aproximadamente 10 cm quadrados e foram apresentadas em uma única sessão, em que os julgadores usaram palavras que consideravam adequadas para descrever as características mais presentes no produto, e que possivelmente seriam as responsáveis pelas diferenças sensoriais. Quatorze atributos foram selecionados para o questionário do CATA, divididos em quatro categorias: 1)

aparência: superfície brilhante, superfície sem brilho, cor amarronzada, cor rósea; 2) aroma: aroma característico de apresuntado, aroma discreto de apresuntado; 3) sabor: sabor característico de apresuntado, sabor mais suave de apresuntado, gosto azedo; e 4) textura: firme, macio, esfarelento, seco, succulento.

Na segunda etapa a análise foi realizada em cabines individuais, com a participação de 97 julgadores não treinados, consumidores de apresuntado, com idade variando entre 18 e 60 anos, sendo 65 do sexo feminino e 32 do sexo masculino. O CATA foi apresentado aos julgadores juntamente com a escala hedônica estruturada com 9 pontos proposto por Ares et al. (2010), cujas notas variaram de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente) sem informação de quais possíveis benefícios a adição da FCJ poderia trazer.

As amostras codificadas foram apresentadas de forma balanceada (MACFIE et al 1989) e codificadas com três números aleatórios em sequência monádica e os julgadores avaliaram cinco parâmetros: aparência, aroma, sabor, textura e aspecto global. Em seguida, foi solicitado que assinalassem quais dos termos listados eles consideravam adequado para descrever cada produto.

Na terceira etapa os julgadores foram informados que o aumento da adição de FCJ possivelmente acrescentaria ao apresuntado maior atividade antioxidante e fibras alimentares, e que traria benefícios à saúde, e solicitou-se para que eles novamente, de maneira monádica, dessem notas para o aspecto global aos apresuntados adicionados de diferentes concentrações de farinha.

k) Delineamento experimental

As análises perda de peso no cozimento e análise sensorial foram feitas no tempo zero, enquanto as análises de oxidação lipídica, pH, cor objetiva e compostos fenólicos foram submetidas ao delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 tempos (0, 15, 30, 45 e 60 dias), utilizando-se

o programa computacional. Quando a análise de variância mostrou diferença significativa, fez-se a comparação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As análises de composição centesimal, atividade de água e textura foram feitas no tempo 30 dias. As análises físicas e químicas foram realizadas em duplicata de cada repetição, exceto para a textura objetiva que foi realizada em quintuplicata de cada repetição. Os dados foram submetidos à análise de variância quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey, considerando 5% de significância. Estas análises foram conduzidas no programa SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS INSTITUTE, 2003).

Para a análise estatística do teste de aceitação dos apresentados, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (quatro concentrações) e 97 julgadores. Quando a análise de variância revelou diferença significativa, foi utilizado o teste de Tukey para comparação de médias a 5% de probabilidade. Os dados de CATA foram organizados em matriz com frequência de citação dos atributos e submetidos a análise de componentes principais (PCA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises da farinha de casca de jaboticaba

Os teores dos constituintes químicos da FCJ estão apresentados na Tabela 2. Alves et al. (2013) e Lage et al. (2014), que também estudaram a FCJ secas a 45°C, encontraram respectivamente teores, em g 100 g⁻¹ de matéria seca, de 0,62 e 1,59 para lipídeos; 6,06 e 5,53 para proteína bruta; 3,05 e 5,46 para cinzas; 8,26 e 6,05 para fibra solúvel; 29,54 e 27,51 para fibra insolúvel; 8,05 e 2,68 para compostos fenólicos. Portanto, observa-se que há diferenças em alguns

constituintes, que provavelmente são inerentes a safra, influenciada pelas condições climáticas e até mesmo de metodologia, como ocorre nas análises de compostos fenólicos. Lage et al. (2014) determinaram os compostos fenólicos por HPLC, enquanto, neste trabalho e no de Alves et al. (2013), foram determinados por colorimetria.

Tabela 2 Constituintes químicos (\pm desvio padrão), em g 100 g⁻¹ de matéria seca, e umidade (g 100 g⁻¹) da farinha de casca de jabuticaba

Constituintes	Teores
Lipídeos	1,21 \pm 0,16
Proteína bruta	5,47 \pm 0,16
Cinzas	4,66 \pm 0,25
Fibra insolúvel	30,02 \pm 0,26
Fibra solúvel	8,90 \pm 0,56
Carboidratos*	88,66 \pm 0,23
Compostos fenólicos	7,64 \pm 0,20
Umidade	10,91 \pm 0,73

Os dados são médias de triplicata \pm desvio padrão

*Calculado pela diferença de 100 - lipídeos, proteína bruta e cinzas

Vários estudos têm demonstrado os benefícios da fibra solúvel na redução do colesterol e glicose no sangue e das fibras insolúveis no aumento do volume do bolo fecal por retenção de água, reduzindo o tempo de trânsito no intestino grosso, tornando assim a eliminação fecal mais fácil e rápida, além de contribuir também para retardar a hidrólise do amido. Portanto, a FCJ pode ser uma alternativa como uma fonte de fibra alimentar tanto insolúvel como solúvel, uma vez que supera a aveia que apresenta teor de 1,5 g de fibra solúvel em 100 g⁻¹ MS, considerado um alimento rico em fibras solúveis e ainda contém 41% da fibra insolúvel encontrada neste cereal (CHAWLA; PATIL, 2010).

Na casca de duas variedades de uva, Soares et al. (2008) encontraram teores de compostos fenólicos entre 0,22 e 1,24 g 100 g⁻¹ de MS. Estes níveis representam 2,9% e 16%, respectivamente, dos compostos fenólicos da casca de jabuticaba deste estudo. Portanto, estes dados sugerem que a casca de jabuticaba é uma boa fonte de compostos fenólicos, que são substâncias antioxidantes, que contribuem para a prevenção de várias doenças, tais como câncer e envelhecimento prematuro, causado pelos radicais livres.

O pH da FCJ (Tabela 3) foi próximo ao registrado por Lima et al. (2008) para a FCJ liofilizada, que foi de 3,39. Uma vantagem do baixo pH é dificultar o desenvolvimento de microrganismos, pois segundo Sarantópoulos, Oliveira e Canavessi (2001), quanto mais agressivo o ambiente ao microrganismo, maior se torna a atividade de água mínima exigida para o crescimento microbiano.

Tabela 3 pH, atividade de água (Aa), luminosidade L* e a* e b* da farinha de casca de jabuticaba

Parâmetros	Valores
pH	3,13 ± 0,04
Aa	0,44 ± 0,01
L*	37,10 ± 0,77
a*	17,28 ± 0,33
b*	6,58 ± 0,28

Os dados são médias de triplicata ± desvio padrão

A atividade de água (Aa) foi menor que 0,60, que segundo Chisté et al. (2006) é a Aa considerada como limite máximo para não permitir o desenvolvimento de microrganismos.

Observando-se o valor de L* pode se perceber que se trata de uma farinha com tendência de ser mais escura, já que os valores de L* definem a claridade da cor sendo que 0 (zero) indica cor totalmente preta e 100 (cem) cor

totalmente branca. A coordenada de cor a^* varia do verde ao vermelho (-60 a +60), com isso pode se perceber a presença de pigmentos vermelhos já que se verificou o valor de 17,28 positivo, já b^* refere-se à variação de tonalidade do azul ao amarelo (-60 a +60), observou-se assim pequena presença de pigmentos amarelados.

Apresentados

O apresentado controle apresentou 72,67 g 100 g⁻¹ de água (Tabela 4), diferindo estatisticamente somente do apresentado adicionado de 1,5% de FCJ que apresentou uma umidade menor, mas todos ficaram dentro do padrão recomendado para apresentados que é de no máximo 75% (BRASIL, 2000).

Os apresentados elaborados com diferentes concentrações de FCJ não diferiram estatisticamente do controle em relação aos lipídeos e apresentaram teores bem abaixo do padrão máximo recomendado pela Instrução Normativa nº 20, de 31/07/2000 (BRASIL, 2000) que é de 12%. De acordo com a Portaria nº 27/98, da SVS/MS (BRASIL, 1998), os apresentados encontram-se dentro dos padrões para serem considerados “*low*” ou “baixo” ou “pobre” em gorduras totais, pois a legislação menciona que os produtos brasileiros devem apresentar no máximo 3 g de gordura 100 g⁻¹ de alimento (para sólidos).

Para os teores de proteína também não houve diferença entre os apresentados. Independente do tratamento esse índice foi inferior a 13%, que é o valor mínimo estabelecido pela legislação. O teor de cinzas para os apresentados adicionados de 1,5% de FCJ foi menor que os demais não diferindo do apresentado de 1,0%, provavelmente, os minerais foram lixiviados com a água, já que a perda de água foi maior neste apresentado.

Tabela 4 Composição centesimal, em g 100 g⁻¹, dos diferentes apresentados

Constituinte	Apresentado*				CV(%)
	0% (controle)	0,5%	1,0%	1,5%	
Umidade	72,67 ± 0,98 a	73,25 ± 0,50 a	72,88 ± 0,61 a	70,46 ± 0,49 b	0,93
Lipídeos	3,27 ± 0,08	2,56 ± 0,50	2,67 ± 0,23	2,87 ± 0,32	11,20
Proteína bruta	11,47 ± 0,38	11,84 ± 0,39	11,65 ± 0,56	12,12 ± 0,14	3,37
Cinzas	5,19 ± 0,41 ab	5,25 ± 0,38 a	4,62 ± 0,24 ab	4,14 ± 0,53 b	8,41
Carboidratos	7,4 ± 0,76 b	7,1 ± 0,48 b	8,18 ± 0,72 b	10,41 ± 0,44 a	2,86
Fibras insolúveis	0	0,15	0,30	0,45	
Fibras solúveis	0	0,02	0,04	0,07	
Fibras totais**	0	0,17	0,34	0,52	
Valor calórico	104,94 ± 0,25 b	98,86 ± 0,51 c	103,28 ± 0,42 b	115,82 ± 0,17 a	2,41

*0% (controle): sem adição de farinha de casca de jabuticaba (FCJ); 0,5%: adição de 0,5% de FCJ; 1,0%: adição de 1,0% de FCJ e 1,5%: adição de 1,5% de FCJ. **Calculado de acordo com teor de fibras alimentares da farinha de casca de jabuticaba. Os dados são médias de três repetições ± desvio padrão. Letras diferentes nas linhas diferem entre si, pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05)

Pesquisas para utilização de fibras alimentares em produtos cárneos têm sido realizadas com finalidades distintas: reduzir o teor de gordura do produto, utilizando a fibra como ingrediente alternativo para manutenção ou incremento da textura, e ao mesmo tempo oferecer um produto cárneo mais saudável. Segundo Mendelson, Mahan e Escott-stump (2005), os valores diários de referência (VDR) para fibra alimentar são de 20 a 25 g. Com a adição de 1,5% de FCJ, 100 g deste apresuntado forneceria de 2,6% ou 2,1% da quantidade de fibra requerida para um adulto por dia, em relação aos valores diários. Apesar de ser uma quantidade significativa, esse apresuntado adicionado da FCJ não pode ser considerado rico em fibras, já que, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (2012), para ser rico em fibras, um produto sólido tem que apresentar 5 g de fibras para cada 100 g e, para ser fonte de fibras, deve conter, no mínimo, 2,5 g de fibras em 100 g de alimento.

O valor calórico do apresuntado com substituição de 1% de FCJ não diferiu do apresuntado controle, porém houve redução para o apresuntado com 0,5% de FCJ relativo ao aumento de fibras alimentares e aumento do valor calórico para o apresuntado com 1,5%, possivelmente, este aumento se deve as perdas de alguns compostos durante o cozimento.

Os índices de pH, compostos fenólicos, TBARs e as coordenadas de cor L*, a* e b* não diferiram com o tempo de armazenamento ($P \leq 0,05$), mas diferiram estatisticamente entre as concentrações de FCJ (Tabelas 5 e 6).

Pôde-se observar uma diminuição do pH com o aumento da FCJ na formulação, diferindo do controle as formulações contendo mais que 1% de FCJ. O baixo pH da FCJ (em média 3,13) pode explicar essa diferença em relação ao controle.

Tabela 5 Índices de pH, perda de peso (%) durante o cozimento, atividade de água, compostos fenólicos (mg 100 g⁻¹) e TBARs (mg de malonaldeído kg⁻¹) dos apresentados

	Apresentado*				CV (%)
	0% (controle)	0,5%	1,0%	1,5%	
pH	6,03 ± 0,15 a	6,01 ± 0,19 a	5,83 ± 0,04 b	5,67 ± 0,12 c	2,13
Perda peso no cozimento	3,17 ± 0,00 c	3,00 ± 0,00 c	5,50 ± 0,01 b	14,83 ± 0,01 a	8,98
Atividade de água	0,97 ± 0,00	0,97 ± 0,00	0,97 ± 0,00	0,97 ± 0,00	0,00
Compostos fenólicos	90,00 ± 8,75 d	130,05 ± 13,16 c	170,27 ± 8,72 b	250,20 ± 6,76 a	8,34
TBARs	0,30 ± 0,02 c	0,37 ± 0,03 bc	0,46 ± 0,05ab	0,48 ± 0,02 a	7,29

*0% (controle): sem adição de farinha de casca de jabuticaba (FCJ); 0,5%: adição de 0,5% de FCJ; 1,0%: adição de 1,0% de FCJ e 1,5%: adição de 1,5% de FCJ. Os dados são média de três repetições ± desvio padrão. Letras diferentes nas linhas diferem entre si, pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05)

Tabela 6 Componente de luminosidade L*, índices de cromaticidade a* e b* e índices de textura dos apresetados

	Apresetado*				CV (%)
	0% (controle)	0,5%	1,0%	1,5%	
L*	62,86 ± 2,34 a	57,04 ± 1,36 b	53,87 ± 2,29 c	48,96 ± 1,09 d	4,27
a*	4,80 ± 0,74	4,07 ± 0,53	4,39 ± 0,78	4,71 ± 0,44	4,50
b*	6,71 ± 0,74	6,70 ± 0,46	6,03 ± 0,08	6,38 ± 0,44	7,21
Dureza (N)	28,34 ± 0,84 b	32,22 ± 0,35 a	25,69 ± 0,76 b	12,77 ± 0,26 c	15,95
Coesividade	0,68 ± 0,09 a	0,65 ± 0,07 a	0,50 ± 0,13 b	0,43 ± 0,16 b	13,88
Adesividade (N.mm)	0,13 ± 0,01 ab	0,17 ± 0,00 a	0,12 ± 0,02 ab	0,06 ± 0,00 c	2,67
Flexibilidade (mm)	5,18 ± 0,16 a	5,11 ± 0,13 a	4,97 ± 0,05 a	4,12 ± 0,10 b	7,15
Mastigabilidade (N.mm)	99,73 ± 1,09a	113,57 ± 2,28 a	63,53 ± 0,93 b	23,47 ± 0,72 c	14,47

*0% (controle): sem adição de farinha de casca de jabuticaba (FCJ); 0,5%: adição de 0,5% de FCJ; 1,0%: adição de 1,0% de FCJ e 1,5%: adição de 1,5% de FCJ. Os dados são média de três repetições ± desvio padrão. Letras diferentes nas linhas diferem entre si, pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05)

O aumento de FCJ adicionada à formulação dos apresentados favoreceu a perda de peso do produto (Tabela 5) chegando a uma perda de mais de 14% nos apresentados adicionados de 1,5% de FCJ, exceto para o apresentado adicionado de 0,5% de FCJ. Essas perdas de peso ocorrem devido à formação de exsudado durante o cozimento, o que não é desejável, já que essa perda compromete a textura, a suculência, a preservação de atributos sensoriais, o valor nutricional e o rendimento do processo (CALDARA et al., 2012).

A diminuição significativa do pH com o aumento da FCJ pode explicar o comportamento observado para a perda de peso dos tratamentos, uma vez que a adição de 1,5% de FCJ apresentou maior acidificação da massa, e a medida que ocorre a diminuição do pH, este se aproxima do ponto isoelétrico das proteínas da carne (pH 5,3) que perdem a capacidade de retenção de água (ROQUE-SPECHT, 2009). Para a Aa, observou-se que não houve diferença significativa entre os diferentes apresentados.

Os teores de compostos fenólicos aumentaram significativamente com o aumento da farinha. O teor encontrado no apresentado controle provavelmente se deve a ingredientes adicionados, como por exemplo, a fécula de mandioca e o isolado proteico de soja (IPS). O teor para o apresentado adicionado de 1,5% de FCJ é quase três vezes maior que o do controle, mostrando também que o processamento não destruiu os compostos fenólicos.

Segundo Lima et al. (2011), as antocianinas compreendem uma fração significativa do conteúdo de fenólicos totais na casca da jabuticaba do genótipo Sabará (20,57 mg g⁻¹ MS), e foram identificadas a cianidina 3-glicosídeo e delfinidina 3-glicosídeo. Já Alves et al. (2014) registraram no extrato fenólico da FCJ os seguintes compostos fenólicos: ácido gálico, galocatequina, catequina, epicatequina, ácido elágico, e ácido salicílico. Os compostos fenólicos representam um significativo papel na prevenção ou retardamento do aparecimento de várias doenças devido suas propriedades antioxidantes, tendo

potencial para ser utilizada como aditivo na indústria alimentícia, com possíveis benefícios à saúde do consumidor.

O índice de TBARs foi maior com o aumento da FCJ, mas isso não significa que os apresetados com concentrações mais altas de farinha tenham sofrido mais oxidação, pois segundo Osawa, Felício e Gonçalves (2005), outros aldeídos não provenientes do processo de degradação dos lipídios podem reagir com o TBA, particularmente quando o teor de malonaldeído é baixo, os açúcares, como a sacarose e a glicose, também interferem exercendo um forte efeito sinérgico na formação de TBARs, superestimando dessa forma a extensão da oxidação.

Para as coordenadas de cor, o L* foi a única a apresentar diferença significativa em relação as concentrações de FCJ, mostrando o quão mais escuro se apresentou o apresetado adicionado de 1,5% de FCJ, já que a diminuição de L* representa uma menor luminosidade (Figura 1).

Todos os parâmetros de textura objetiva dos apresetados apresentaram diferença significativa ($P < 0,05$), sendo os valores médios de cada tratamento apresentados na Tabela 6. O parâmetro de dureza aumentou com a adição de 0,5% de farinha, este atributo depende da força das ligações internas do produto e, desta forma, sugere que o apresetado elaborado com farinha possa ter uma maior força ligante devido à absorção de água pela farinha que contribui com a textura do produto, e diminuiu significativamente quando adicionado 1,5% de farinha transformando este apresetado em um produto menos firme que o controle. Enquanto o apresetado adicionado de 1,0% não diferiu do controle.

Houve diminuição dos valores de coesividade com o aumento da concentração de FCJ, exceto com 0,5% de farinha, assim é possível dizer que esses produtos se deformam com mais facilidade. A adesividade se comportou de forma semelhante à dureza aumentando com a adição de 0,5% e diminuindo com a adição de 1,5% de FCJ.

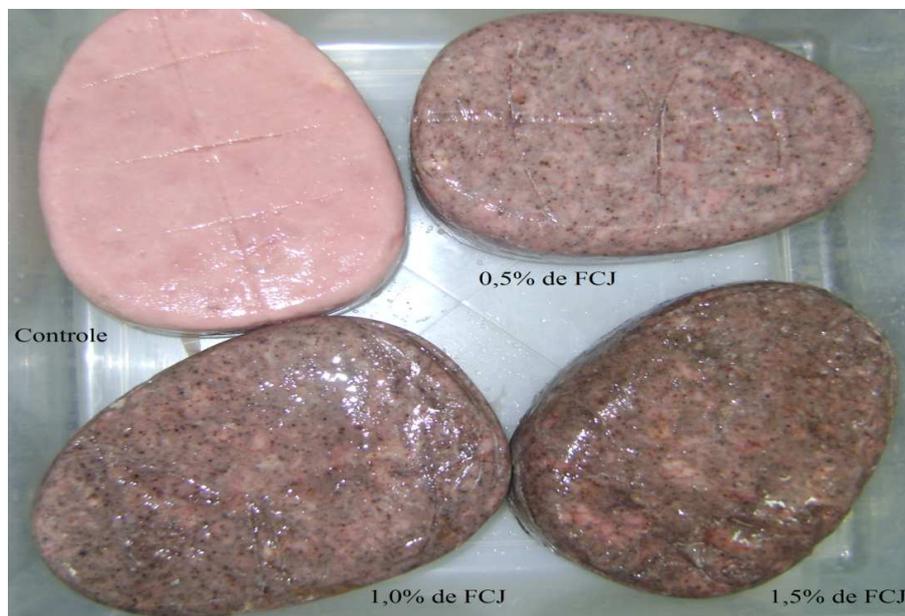


Figura 1 Apresentados com diferentes porcentagens de farinha de casca de jaboticaba (FCJ)

A flexibilidade é a taxa em que o material deformado retornou à sua condição inicial pela remoção da força deformadora (RAMOS; GOMIDE, 2007), e só foi menor para o apresentado adicionado de 1,5% de FCJ.

Já a mastigabilidade, que é a energia requerida para mastigar um alimento, foi menor que o controle nos apresentados adicionados de 1,0 e 1,5% de FCJ.

Os menores valores observados para os atributos de dureza e coesividade e, conseqüentemente, de mastigabilidade, adesividade e flexibilidade do apresentado com FCJ é devido ao aumento substituição da carne pela FCJ. Com esse aumento ocorre o decréscimo do pH que causa a perda de água, que é o ingrediente responsável pela formação de uma rede de ligação que contribui com a textura do produto.

Análise sensorial

Os resultados para os testes sensoriais de aceitação dos apresuntados adicionados da FCJ são apresentados na Tabela 7. Para todos os parâmetros antes de informar aos julgadores que os apresuntados adicionados de FCJ possivelmente teriam maior atividade antioxidante e fibras alimentares, com possíveis benefícios à saúde, as maiores notas foram dadas para o apresuntado controle, e as menores notas aos apresuntados adicionados da maior concentração de farinha. Os apresuntados adicionados de 0,5% e 1,0% de FCJ receberam notas praticamente entre 6 e 7, que representa gostei ligeiramente a gostei moderadamente, com exceção da aparência do apresuntado de 1,0% que recebeu nota 5,58. Além disso, a análise de variância para o aspecto global, não indicou diferença significativa entre o apresuntado controle e os adicionados de 0,5% e 1,0% de FCJ, depois de informar aos julgadores que os apresuntados adicionados de FCJ, possivelmente, trariam benefícios à saúde.

Tabela 7 Teste sensorial de aceitação dos apresetados adicionados com diferentes porcentagens de farinha de casca de jabuticaba (FCJ)

FCJ (%)	Aparência*	Aroma*	Sabor*	Textura*	Aspecto global sem informação**	Aspecto global com informação***
0,0	7,75 a	7,80 a	8,07 a	7,84 a	8,02 a	7,41 a
0,5	6,12 b	6,97 b	7,29 b	7,05 b	7,00 b	7,14 a
1,0	5,58 c	6,77 b	7,08 b	7,22 b	6,90 b	7,07 a
1,5	4,49 d	6,13 c	5,90 c	5,66 c	5,74 c	6,38 b
CV (%)	22,99	17,44	19,79	19,17	17,16	21,41

Letras diferentes nas colunas diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

* Escala hedônica de 1 a 9 pontos. **Aspecto global sem informação - não informado aos julgadores que a adição de FCJ acarretaria benefícios à saúde. *** Aspecto global com informação - informado aos julgadores que a adição da FCJ acrescentaria ao apresetado substâncias antioxidantes e fibras alimentares, com possíveis benefícios à saúde

Portanto, constatou-se que apresuntados com concentrações mais baixas da FCJ apresentaram maior aceitação. As maiores concentrações da FCJ resultaram em um escurecimento dos apresuntados, tornando-os menos atrativos, mas não prejudicando o sabor, o que poderia explicar as notas próximas de 7 (gostei moderadamente) para os apresuntados adicionados de 0,5% e 1,0% de farinha.

Para as características do CATA foi realizada a análise de componentes principais associado as amostras de apresuntados avaliados (Figura 2). Pode-se observar que as características superfície brilhante, cor rósea, aroma característico de apresuntado, sabor característico de apresuntado, textura firme, textura macia e textura suculenta foram atribuídas aos apresuntados controle e 0,5% de FCJ. Já as características não desejadas, superfície sem brilho, cor amarronzada, aroma discreto de apresuntado, sabor mais suave de apresuntado, gosto azedo, textura esfarelento, textura seca foram atribuídas principalmente ao apresuntado adicionado de 1,5% de FCJ. Isso ocorreu possivelmente devido aos apresuntados com FCJ serem mais escuros que o controle, além de no caso dos apresuntados com substituição de 1,0% e 1,5% da carne apresentarem menor pH e por consequência maior perda de água e com isso menor suculência e prejuízos nos parâmetros de textura.

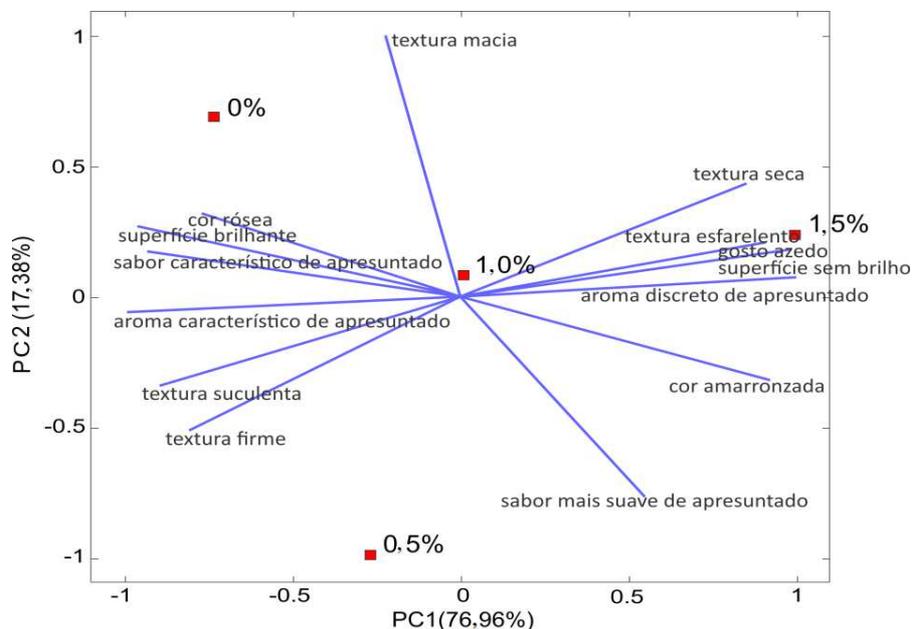


Figura 2 Análise de componentes principais (PCA) do questionário “marque tudo o que se aplica” (CATA *Check-All-That-Apply*) de apresuntados elaborados com diferentes porcentagens de farinha de casca de jaboticaba (FCJ). 0% (controle): sem adição de FCJ; 0,5%: adição de 0,5% de FCJ; 1,0%: adição de 1,0% de FCJ e 1,5%: adição de 1,5% de FCJ

CONCLUSÃO

Conclui-se que se pode elaborar e armazenar apresuntado adicionado de 0,5% de FCJ, e ser bem aceito, desde que no rótulo do produto conste a informação que possui substâncias antioxidantes e fibras alimentares, que podem trazer benefícios à saúde do consumidor.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. P. C. et al. Flour and anthocyanin extracts of jaboticaba skins used as a natural dye in yogurt. **International Journal of Food Science and Technology**, Malden, v. 48, n. 10, p. 2007–2013, Oct. 2013.

ALVES, A. P. C. et al. 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, Oct./Dec. 2014.

ARAÚJO, C. R. R. et al. *Myrciaria cauliflora* Peel Flour Had a Hypolipidemic Effect in Rats Fed a Moderately High-Fat Diet. **Journal of Medicinal Food**, Larchmont, v. 17, n. 2, p. 262-267, 2014.

ARES, G. et al. Use of an open-ended question to identify drivers of liking of milk desserts: comparison with preference mapping techniques. **Food Quality and Preference**, Amsterdam, v. 21, n. 3, p. 286-294, 2010.

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

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, Chicago, v. 32, n. 7, p. 62-72, 1978.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de identidade e qualidade de almôndega, de apresuntado, de fiambre, de hambúrguer, de kibe e de presunto cozido. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, n. 149, p. 7-12, 3 ago. 2000. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 1002/1004, de 11 de fevereiro de 1998**. Regulamento Técnico de atribuição de função de aditivos, e seus limites máximos de uso para a categoria 8, carne e produtos cárneos. Brasília, 1998. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/aditivos_bk.htm>. Acesso em: 10 out. 2013.

CALDARA, F. R. et al. Propriedades físicas e sensoriais da carne suína PSE. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 3, p. 815-824, 2012.

CHAWLA, R.; PATIL, G. R. Soluble dietary fiber. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Malden, v. 9, n. 2, p. 178–196, Mar. 2010.

CHISTÉ, R. C. et al. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 861-864, 2006.

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

GONÇALVES, C. S. et al. Estabilidade da cor objetiva de produtos curados elaborados com diferentes concentrações de soro de leite. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 23, n. 170/171, p. 505-506, 2009.

LAGE F. F. et al. Jaboticaba [*Plinia*jaboticaba (Vell.) Berg] skins decrease lipid peroxidation: Hepatoprotective and antihyperlipidemic effects. **African Journal of Biotechnology**, Nigeria, v. 13, n. 11, p. 1295-1302, 2014.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **Hortscience**, Alexandria, v. 7, n. 1, p. 83-84, Feb. 1972.

LENQUISTE, S. A. et al. Freeze-dried jaboticaba peel added to high-fat diet increases HDL-cholesterol and improves insulin resistance in obese rats. **Food Research International**, Amsterdam, v. 49, n. 1, p. 153-160, 2012.

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

LIMA, A. J. B. et al. Caracterização química da fruta jaboticaba (*M. cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

MENDELSON, M. K.; MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. K. **Alimentos nutrição e dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Rocca, 2005. 354 p.

OLIVEIRA, D. F. et al. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 3, July/Sept. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1981-67232013000300001&script=sci_arttext>. Acesso em: 22 jan. 2014.

OLIVEIRA, L. F. et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 33, n. 3, p. 259-262, 2002.

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. E.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 655-663, 2005.

RAHARJO, S. et al. Improved speed, specificity, and limit of determination of an aqueous acid extraction thiobarbituric acid-C18 method for measuring lipid peroxidation in beef. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 40, n. 11, p. 2182-2185, Nov. 1992.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 599 p.

ROQUE-SPECHT, V. F. et al. Avaliação da capacidade de retenção de água em peitos de frango em função do pH final. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 15, n. 1-4, p. 77-81, jan./dez. 2009.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 215 p.

SOARES, M. et al. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 59-64, 2008.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT® user's guide**. Cary, 2003. 904 p. (Version 9).

SZCZESNIAK, A. S. Sensory texture profiling: historical and scientific perspectives. **Food Technology**, Chicago, v. 52, n. 8, p. 54-57, Aug. 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ARTIGO 1

Tabela 1A	Resumo da análise de variância da composição centesimal da farinha de casca de jabuticaba submetida ao armazenamento.....	99
Tabela 2A	Resumo da análise de variância da atividade de água, coordenadas de cromaticidade L*, a* e b* e sólidos solúveis da farinha de casca de jabuticaba submetida ao armazenamento.....	99
Tabela 3A	Resumo da análise de variância dos compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e pH da farinha de casca de jabuticaba submetida ao armazenamento	100

APÊNDICE B – ARTIGO 2

Tabela 1B	Parâmetros das curvas de calibração construídas para a quantificação dos compostos fenólicos presentes nos extratos de FCJ.....	100
Figura 1B	Cromatograma da solução padrão de ácidos fenólicos com detecção espectrofotométrica em 280 nm. Identificação dos picos: 1 = ácido gálico; 2 = galocatequina; 3 = 3,4 dihidroxifenólico 4 = catequina; 5 = ácido clorogênico; 6 = epigalocatequina; 7 = ácido vanílico; 8 = epicatequina; 9 = ácido siríngico; 10 = ácido p-cumárico; 11 = ácido ferúlico; 12 = ácido m-cumárico; 13 = ácido o-cumárico; 14 = resveratrol; 15 = ácido elágico e 16 = ácido salicílico	101

APÊNDICE C – ARTIGO 3

Tabela 1C	Resumo da análise de variância da composição centesimal, perda de peso durante o cozimento (PPC) e atividade de água (Aa), dos diferentes apresetados.....	102
Tabela 2C	Resumo da análise de variância de pH, compostos fenólicos, coordenadas de cromaticidade L*, a* e b* e TBARs dos diferentes apresetados em relação a concentração de farinha de casca de jabuticaba e ao tempo.....	102
Tabela 3C	Resumo da análise de variância dos índices de textura dos diferentes apresetados.....	103
Tabela 4C	Resumo da análise de variância para os parâmetros do teste sensorial de aceitação dos diferentes apresetados	103

APÊNDICE A – ARTIGO 1

Tabela 1A Resumo da análise de variância da composição centesimal da farinha de casca de jabuticaba submetida ao armazenamento

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		Umidade	Proteína bruta	Extrato etéreo	Cinzas	Fibra solúvel	Fibra Insolúvel
Tratamento	4	13,592*	0,026 NS	0,015 NS	0,032 NS	0,084NS	0,031NS
Resíduo	15	0,251	0,019	0,012	0,075	0,190	0,422
Coefficiente de variação (%)		4,23	2,47	8,84	5,90	5,02	2,16

* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

NS= Não significativo

Tabela 2A Resumo da análise de variância da atividade de água, coordenadas de cromaticidade L*, a* e b* e sólidos solúveis da farinha de casca de jabuticaba submetida ao armazenamento

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		Atividade de água	L*	a*	b*	Sólidos solúveis
Tratamento	4	0,015**	0,646 NS	3,567**	3,842**	0,003 NS
Resíduo	15	0,000	0,408	0,099	0,135	0,003
Coefficiente de variação (%)		2,15	1,73	1,73	4,86	2,16

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

NS= Não significativo

Tabela 3A Resumo da análise de variância dos compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e pH da farinha de casca de jabuticaba submetida ao armazenamento

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		Compostos fenólicos	Antocianinas	Vitamina C	pH
Tratamento	4	0,643*	1,446*	36,976*	0,036*
Resíduo	15	0,011	0,011	6,878	0,000
Coefficiente variação (%)		1,35	2,62	3,13	0,70

* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

APÊNDICE B – ARTIGO 2

Tabela 1B Parâmetros das curvas de calibração construídas para a quantificação dos compostos fenólicos presentes nos extratos de FCJ

Compostos fenólicos	Equação da regressão linear ¹	Linearidade (mg L ⁻¹)	R ²	LD ² (mg L ⁻¹)	LQ ³ (mg L ⁻¹)	t _R ⁴ (min)
Ácido gálico	y = 63,444x - 80,224	0,34-42,53	0,998	2,7	8,18	7,51
Galocatequina	y = -2388,241x + 8732,462	1,53-39,47	0,999	0,8	2,3	8,65
Catequina	y = -4846,18 + 29944,23x	0,46-15,52	0,996	0,09	0,17	13,03
Epicatequina	y = 20,021x - 109,810	0,46-26,22	0,964	2,68	8,13	20,37
Ácido elágico	y = -5898,66 + 27102,64x	0,48 - 25,98	0,995	0,27	0,54	51,63
Ácido salicílico	y = 7,069x - 36,951	7,28-118,78	0,997	9,68	29,32	53,49

¹ y: área do pico, x: concentração, mg L⁻¹. ² Limite de detecção. ³ Limite de quantificação. ⁴ Tempo de retenção

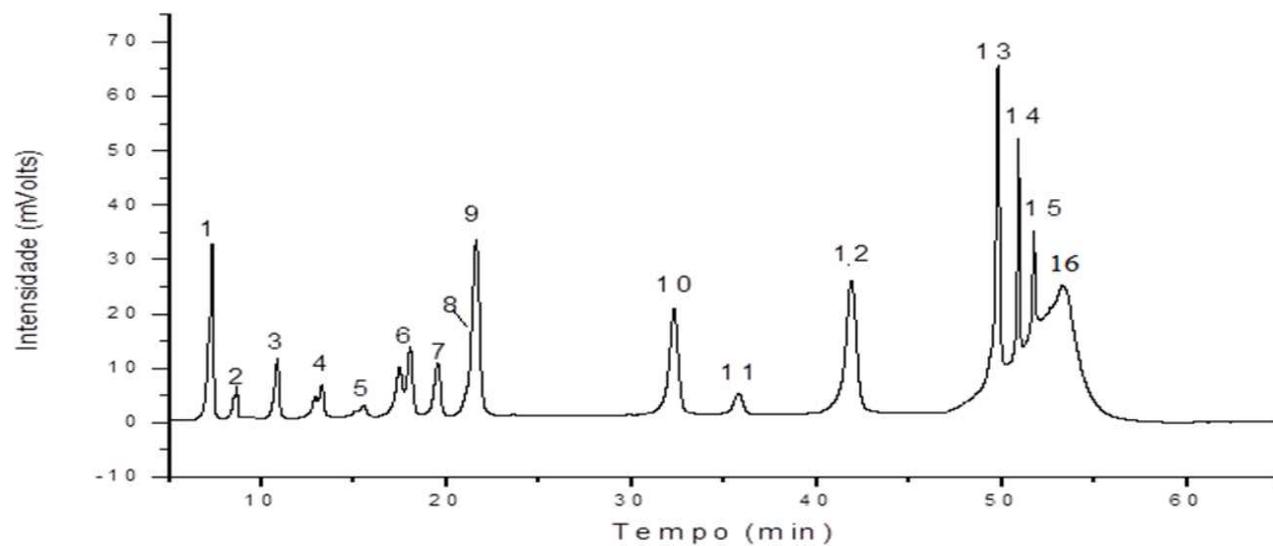


Figura 1B Cromatograma da solução padrão de ácidos fenólicos com detecção espectrofotométrica em 280 nm. Identificação dos picos: 1 = ácido gálico; 2 = galocatequina; 3 = 3,4 dihidroxifenólico 4 = catequina; 5 = ácido clorogênico; 6 = epigalocatequina; 7 = ácido vanílico; 8 = epicatequina; 9 = ácido siríngico; 10 = ácido p-cumárico; 11 = ácido ferúlico; 12 = ácido m-cumárico; 13 = ácido o-cumárico; 14 = resveratrol; 15 = ácido elágico e 16 = ácido salicílico

APÊNDICE C – ARTIGO 3

Tabela 1C Resumo da análise de variância da composição centesimal, perda de peso durante o cozimento (PPC) e atividade de água (Aa), dos diferentes apresetados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio						
		Umidade	Lipídeos	Proteína bruta	Cinzas	Carboidratos	PPC	Aa
Tratamento	3	4,779*	0,291 NS	0,232 NS	0,821**	3,860**	0,010*	0,000*
Resíduo	8	0,457	0,101	0,157	0,163	2,329	0,000	0,000
Coefficiente de variação (%)		0,93	11,20	3,37	8,41	2,86	8,98	0,000

*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

** Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

NS= Não significativo

Tabela 2C Resumo da análise de variância de pH, compostos fenólicos, coordenadas de cromaticidade L*, a* e b* e TBARs dos diferentes apresetados em relação a concentração de farinha de casca de jabuticaba e ao tempo

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		pH	Compostos fenólicos	L*	a*	b*	TBARs
Farinha	3	0,488**	70,192**	5,091**	1,657 NS	1,562 NS	0,102**
Farinha*tempo (dias)	12	0,004 NS	1,957 NS	5,917 NS	1,513 NS	0,355 NS	0,003 NS
Resíduo	44	0,016	78,439	37,781	1,240	2,989	0,012
Coefficiente de variação (%)		2,13	8,34	4,27	4,50	7,21	7,29

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F. NS= Não significativo

Tabela 3C Resumo da análise de variância dos índices de textura dos diferentes apresentados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		Dureza	Coesividade	Adesividade	Flexibilidade	Mastigabilidade
Tratamento	3	15,084*	0,227*	0,032*	3,829*	260,634*
Resíduo	60	1,683	0,006	0,006	0,119	23,625
Coeficiente de variação (%)		15,95	13,88	2,67	7,15	14,47

*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 4C Resumo da análise de variância para os parâmetros do teste sensorial de aceitação dos diferentes apresentados

Fonte de variação	GL	Quadrado médio					
		Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Aspecto global sem informação	Aspecto global com informação
Amostra	3	178,813*	46,058*	78,629*	82,552*	84,236*	18,710*
Provador	96	8,361*	5,788*	6,693*	5,772*	6,166*	4,643*
Resíduo	288	1,895	1,458	1,967	1,783	1,408	2,247
Coeficiente de variação (%)		22,99	17,44	19,79	19,17	17,16	21,41

*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F