

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

BRUNA FERREIRA DIAS

**UTILIZAÇÃO DO JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*) E DA
PALHA DE MILHO ROXO (*Zea mayz* L.) NO
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

USE OF JAMBOLON (*SYZYGIUM CUMINI*) AND PURPLE
CORN STRAW (*ZEA MAYZ* L.) IN THE DEVELOPMENT OF
NEW PRODUCTS

Goiânia

2017

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinadas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: Dissertação Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

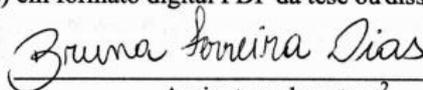
Nome completo do autor: Bruna Ferreira Dias

Título do trabalho: UTILIZAÇÃO DO JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*) E DA PALHA DE MILHO ROXO (*Zea mays* L.) NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

3. Informações de acesso ao documento:

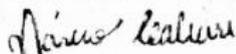
Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura da autora²

Ciente e de acordo:



Assinatura do orientador²

Data: 17/ 10/ 2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

BRUNA FERREIRA DIAS

**UTILIZAÇÃO DO JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*) E
DA PALHA DE MILHO ROXO (*Zea mayz* L.) NO
DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

USE OF JAMBOLON (*SYZYGIUM CUMINI*) AND PURPLE
CORN STRAW (*ZEAMAYZ* L.) IN THE DEVELOPMENT OF
NEW PRODUCTS

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, como exigência para a obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Caliari

Co-orientador: Prof. Dr. Manoel Soares Soares Júnior

Goiânia

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Dias, Bruna Ferreira Dias
UTILIZAÇÃO DO JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*) E DA PALHA DE MILHO ROXO (*Zea mays* L.) NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS [manuscrito] / Bruna Ferreira Dias Dias. - 2017.
CCII, 202 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Caliarí Caliarí; co-orientador Dr. Manoel Soares Soares Júnior Soares Júnior.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Goiânia, 2017.

Bibliografia. Anexos.

Inclui fotografias, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Sobremesas, corantes naturais, antioxidante e antocianinas. I. Caliarí, Márcio Caliarí, orient. II. Título.

CDU 664



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
MESTRADO

ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE BRUNA FERREIRA DIAS. Aos trinta e um dias do mês de maio de 2017 (31/05/2017), às 14h00min, reuniram os componentes da Banca Examinadora: Prof. Dr. Márcio Caliani – orientador - PPGCTA/EA/UFG, a Profa. Dra. Keyla de Oliveira Ribeiro – membro - UFG e a Profa. Dra. Leticia Fleury Viana – IFG-Rio Verde, para sob a presidência do primeiro, e em sessão pública realizada na Sala 18 – Prédio Central - da Escola de Agronomia/UFG, proceder a avaliação da defesa de dissertação intitulada: **"UTILIZAÇÃO DO JAMBOLÃO (*Syzygium cumini*) E DA PALHA DE MILHO ROXO (*Zea mays* L.) NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS"**, em nível de MESTRADO, área de concentração em CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, de autoria de **BRUNA FERREIRA DIAS**, discente do Programa de PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Márcio Caliani, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora da dissertação, que, em trinta minutos, procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca fez arguição da examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo seqüencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa, tendo-se em vista o que consta na Resolução nº. 1403/2016 do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, a dissertação foi **Aprovada** e, para fins de expedição do diploma de **MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**, na área de concentração em **CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS** pela Universidade Federal de Goiás, a candidata deverá proceder à entrega da versão final corrigida, nos termos do artigo 42 da resolução do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Cumpridas as formalidades de pauta, às 16h30min, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação, e para constar, lavrou-se a presente Ata, que, depois de lida e aprovada, é assinada pelos membros da Banca Examinadora em três vias de igual teor.

Prof. Dr. Márcio Caliani
Presidente – PPGCTA/EA/UFG

Profa. Dra. Keyla de Oliveira Ribeiro
Membro - UFG

Profa. Dra. Leticia Fleury Viana
Membro - IFG - Rio Verde

À Deus, a minha família e a todos que me ajudaram a obter mais essa conquista.

Dedico.

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, sempre presente na minha vida me fazendo ver sua infinita magnitude, me dando força, coragem e saúde para nunca desistir dos meus sonhos. Agradeço todas as pessoas que de uma forma ou de outra me ajudaram na realização desse trabalho, direta ou indiretamente.

Aos meus pais Eurípedes Aparecida e Paulo Roberto, pois sem eles eu não poderia ter realizado esse mestrado. Agradeço a eles por todos os momentos em que me deram forças pra continuar. Agradeço pelo amor incondicional, carinho e paciência. A minha mãe por toda dedicação, pelas noites mal dormidas pensando em como eu estaria morando em uma cidade grande, obrigada por ser essa mãe tão preocupada e dedicada, obrigada por toda sua ajuda em todos os momentos. Ao meu pai pelo amor incondicional, pelo exemplo de caráter e pelo incentivo nos momentos mais importantes da minha vida. Meu eterno amor, gratidão e respeito á vocês.

Agradeço minha irmã Paula Ferreira pela proteção, carinho e amizade e por estar sempre ao meu lado, independentemente da situação. Agradeço também meu namorado Guilherme Fernandes por sua amizade e companheirismo, pelos dias lindos que ele tem me proporcionado, demonstrando sua paciência nos meus piores momentos, e também por tantas tardes me ajudando a colher os jambolões.

Ao meu orientador Prof. Dr. Márcio Caliarí e meu coorientador Prof. Dr. Manoel Soares Soares Júnior, por toda atenção, compreensão, disponibilidade, prontidão em me ajudar, pela experiência e oportunidades oferecidas, com as quais muito aprendi e serei eternamente grata.

Aos meus colegas de mestrado e aos meus professores que me auxiliaram no crescimento profissional e pessoal. Aos meus colegas de laboratório, Aryane, Aline, Renata, Amanda que me ajudaram na execução das análises, e aos meus amigos Itálo e Ana Caroline, pela amizade, que além de me amparar na hora do desespero com ombro amigo, também me auxiliou na execução do projeto, desde a compreensão de metodologias até compreensão de alguns dados.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pesssoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, através da bolsa de estudos.

E ao Prof. Dr. Paulo Marçal pela disponibilidade das palhas de milho roxo e por toda ajuda no decorrer do projeto.

EPÍGRAFE

Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente de qualquer jeito. (Martin Luther King Jr.)

RESUMO

As matérias-primas utilizadas nesse trabalho são conhecidas por serem fontes naturais de antioxidantes, dentre os quais estão os compostos fenólicos e as antocianinas, responsáveis pela prevenção de várias doenças quando consumidas pelo homem. Porém as duas matérias-primas são pouco exploradas, portanto pouco aproveitadas. O objetivo desse trabalho foi caracterizar frutos de jambolão (*Syzygium cumini*) e palha de milho roxo (*Zea mays* L.), produzir farinhas destas matérias-primas, extrair, de forma artesanal, seus corantes e desenvolver formulações de sobremesas instantâneas com a aplicação das farinhas obtidas. As amostras de jambolão foram colhidas na cidade de Goiânia-GO. E a palha de milho roxo adquirida, na fazenda Nossa Senhora Aparecida no município de Hidrolândia-GO. Após aquisição as mesmas foram lavadas, sanitizadas e secas. Os jambolões foram despolpados e liofilizados. E as palhas foram secas e trituradas, para posteriormente serem analisadas. Em seguida a polpa e farinha de jambolão, assim como a palha e a farinha de palha de milho roxo foram caracterizadas quanto à composição proximal, características físicas e físico-químicas. Logo após a farinha foi empregada na elaboração da sobremesa instantânea com diferentes proporções de farinha pré gelatinizada de arroz, leite em pó e farinha de jambolão ou farinha de milho roxo. Em seguida selecionou a melhor formulação, considerando as características químicas e físicas das diferentes formulações testadas e se avaliou a qualidade química, física, microbiológica e sensorial da sobremesa selecionada. A formulação de sobremesa selecionada de jambolão foi a com 35,99 g de farinha pré gelatinizada de arroz, 12,6 g de leite em pó e 14,41 g de farinha de jambolão liofilizada, para a sobremesa de farinha de palha de milho a formulação escolhida foi com 38,68g de farinha de arroz pré gelatinizada, 15,75 g de leite em pó e 8,56 g de farinha de palha de milho roxo. De acordo com as análises sensoriais realizadas nas sobremesas, ambas formulações selecionadas foram aceitas pelos provadores obtendo características desejadas. Para produção de corantes naturais, primeiramente procedeu-se a extração utilizando como solventes água /etanol (proporção de 50:50), e a fixação utilizando como veículo farinha de arroz, e a secagem a 30°C. Os resultados obtidos para os corantes de ambas as matérias-primas corroboraram com relatos que afirmam que o processo de extração de corante intervém negativamente nas características do produto final com a diminuição dos compostos bioativos. Conclui-se que é possível a produção de uma farinha de jambolão e de palha de milho roxo com potencial tecnológico para elaboração das sobremesas instantâneas ricas em antocianinas. Também que as duas matérias-primas podem ser utilizadas para extração de corante natural, tendo esse potencial para ser empregado no processamento de produtos alimentícios.

Palavras-chave: Sobremesas, corantes naturais, antioxidante e antocianinas.

ABSTRACT

The raw materials used in this work are known to be natural sources of antioxidants, among which are phenolic compounds and anthocyanins, responsible for the prevention of various diseases when consumed by man. But the two raw materials are little explored, so little use. The objective of this work was to characterize jambolan fruits (*Syzygium cumini*) and purple maize straw (*Zea mayz* L.), to produce flours of these raw materials, to artisanally extract their dyes and to develop instant desserts formulations with the application of Obtained. Samples of jambolão were collected in the city of Goiânia-GO. And the straw of purple maize purchased, at Nossa Senhora Aparecida farm in the municipality of Hidrolândia-GO. After acquisition, they were washed, sanitized and dried. The jambols were pulped and lyophilized. The straw was then dried and crushed for analysis. Then the pulp and jambolan flour, as well as the straw and the flour of straw of purple corn were characterized as to the proximal composition, physical and physicochemical characteristics. Soon after the flour was used in the preparation of instant dessert with different proportions of pregelatinized rice flour, milk powder and jambolan flour or purple corn flour. After selecting the best formulation, considering the chemical and physical characteristics of the different formulations tested, the chemical, physical, microbiological and sensorial quality of the selected dessert was evaluated. The selected dessert formulation of jambolão was with 35.99 g of pregelatinized rice flour, 12.6 g of powdered milk and 14.41 g of lyophilized jambolan flour for the dessert of corn flour to The formulation chosen was with 38.68 g of pregelatinized rice flour, 15.75 g of powdered milk and 8.56 g of purple corn flour. According to the sensorial analyzes performed in the desserts, both selected formulations were accepted by the tasters obtaining desired characteristics. For the production of natural dyes, extraction was first carried out using water / ethanol solvents (ratio of 50:50), and the fixation using rice flour as the carrier, and drying at 30 ° C. The results obtained for the dyes of both raw materials corroborated with reports that the process of dye extraction interferes negatively in the characteristics of the final product with the decrease of the bioactive compounds. It is concluded that it is possible to produce a jambolan flour and purple corn straw with technological potential for the elaboration of instant anthocyanins rich desserts. Also that the two raw materials can be used for natural dye extraction, having this potential to be used in the processing of food products.

Keywords: Desserts, natural colorants, antioxidant and anthocyanins.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Estrutura base dos flavonóides mais comuns (presentes em alimentos), com anéis e posições numeradas.	17
Figura 2. Estruturas químicas dos principais flavonóides.	18
Figura 3. Esquema geral de pesquisa	26
Figura 4. Jambolão estádio maduro.....	28
Figura 5. Diagrama esquemático do processamento do jambolão.	28
Figura 6. Palha de milho roxo.....	30
Figura 7. Diagrama esquemático do processamento da palha de milho roxo.	29

CAPÍTULO II

Figura 1. Imagens da Microscopia Eletrônica de Varredura da farinha liofilizada de Jambolão, nos aumentos de 50 e 430x.....	73
Figura 2. Dureza (A), Gomosidade (B), Coordenadas de cor L* (C), H* (D), e Sinerese (E), em função das proporções de farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de Jambolão (FJAM), em pseudocomponentes. A área demarcada entre os pontos experimentais demonstra a área do gráfico analisada.....	82
Figura 3. Perfil para valores preditos obtidos no teste de desejabilidade utilizado para seleção da melhor formulação de sobremesa com FAPG, LP e FJAM.....	83

CAPÍTULO III

Figura 1. Palha de milho roxo.....	114
Figura 2. Imagens da Microscopia Eletrônica de Varredura nos aumentos de 50, 200, 250 e 3.000x.....	117
Figura 3. Dureza (A), Coesividade (B), Gomosidade (C), Elasticidade (D) Coordenada de cor L* (E), H* (F), e Sinerese (G), em função das proporções de farinha pré-gelatinizada de arroz (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de palha de milho roxo FPMR, em pseudocomponentes. A área demarcada entre os pontos experimentais demonstra a área do gráfico analisada.....	122
Figura 4. Perfil para valores preditos obtidos no teste de desejabilidade utilizado para seleção da melhor formulação de sobremesa com FAPG, LP e FPMR.....	125

CAPÍTULO IV

Figura 1. Polpa de jambolão liofilizada (A) e corante de jambolão em pó (B).....	152
Figura 2. Imagens da Microscopia eletrônica de Varredura da polpa de jambolão (A, B, C), nos aumentos de 50, 350 e 3000x, e do corante de jambolão (D, E e F), nos aumentos de 50, 1500 e 2000x.....	157
Figura 3. Curvas RVA da polpa de jambolão (A) e corante de jambolão (B).....	159
Figura 4. Curva do DSC da polpa de jambolão liofilizada.....	160

CAPÍTULO V

- Figura 1.** Imagens da Microscopia eletrônica de Varredura da palha de milho roxo (A, B, C), nos aumentos de 500, 900 e 2000x, e do corante da palha de milho roxo (D, E e F), nos aumentos de 50, 500 e 3000x.....181
- Figura 2.** Curvas RVA da palha de milho roxo (PMR) (A) e corante da palha de milho roxo (CPMR) (B).....183
- Figura 3.** Curva do DSC da palha de milho roxo.....184

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Faixas estabelecidas para a farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de jambolão (FJAM) no planejamento de misturas para a otimização da produção da sobremesa instantânea.....	38
Tabela 2. Faixas estabelecidas para a farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de palha de milho roxo (FPMR) no planejamento de misturas para a otimização da produção da sobremesa instantânea.....	38
Tabela 3. Pseudocomponentes e proporções dos ingredientes na mistura ternária de sobremesa com farinha de jambolão, através de planejamento estatístico, sendo que $X_1+X_2+X_3$ ou 100%.....	40
Tabela 4. Pseudocomponentes e proporções dos ingredientes na mistura ternária para sobremesa com farinha de palha de milho roxo, através de planejamento estatístico, sendo que $X_1+X_2+X_3$ ou 100%.....	40
Tabela 5. Massa dos ingredientes nas formulações testadas para as sobremesas com farinha de jambolão.....	41
Tabela 6. Massa dos ingredientes nas formulações testadas para as sobremesas com farinha de palha de milho roxo.....	41

CAPÍTULO II

Tabela 1. Faixas utilizadas dos componentes para a farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de jambolão (FJAM) no planejamento de misturas para a otimização da melhor formulação de sobremesa instantânea.....	63
Tabela 2. Pseudocomponentes e proporções dos ingredientes na mistura ternária de sobremesa com farinha de jambolão, através de planejamento estatístico, sendo que $X_1+X_2+X_3$ ou 100%.....	65
Tabela 3. Concentrações reais dos ingredientes nas formulações testadas para as sobremesas com farinha de jambolão.....	65
Tabela 4. Percentual de farinha de jambolão (FJAM) retida nas peneiras durante a distribuição granulométrica.....	73
Tabela 5. Ingredientes em pseudocomponentes e proporções, média e desvio padrão dos valores de dureza (DUR), adesividade (ADE), coesividade (COE), gomosidade (GOM) elasticidade (ELA), e obtidos através de análise de perfil de textura, atributos de cor L^* , a^* , b^* , H e c^* e sinerese para as formulações codificadas de farinha de arroz pré-gelatinizada (x_1), leite em pó (x_2) e farinha de jambolão (x_3).....	77
Tabela 6. Modelos polinomiais ajustados, nível de significância (p), falta de ajuste (FA) e coeficiente d determinação (R^2) para coordenada de cor (L^* , H e c^*), sinerese, dureza, gomosidade, das sobremesas instantâneas em função dos pseudocomponentes de farinha pré-gelatinizada (x_1), leite em pó (x_2) e farinha de jambolão (x_3).....	79
Tabela 7. Perfil textural da sobremesa comercial padrão utilizada como parâmetro no teste de desejabilidade.....	84
Tabela 8. Médias e desvio padrão da composição proximal da farinha de jambolão e da sobremesa de jambolão e coordenadas de cor L^* , a^* , b^* , c^* e H.....	85
Tabela 9. Médias e desvio padrão das características físicas e químicas (pH, acidez titulável (AT) (g ácido cítrico 100g-1), teor de sólidos solúveis totais (SST) (°Brix),	

atividade de água (aw), índices de absorção em água, solubilidade em água e absorção em óleo da farinha de jambolão e da sobremesa de jambolão.....	85
Tabela 10. Médias e desvio padrão dos compostos bioativos, antocianinas, compostos fenólicos e antioxidantes da farinha de jambolão e da sobremesa de jambolão.....	88
Tabela 11. Resultados das análises microbiológicas para mistura em pó para a sobremesa instantânea com farinha de jambolão.....	89

CAPÍTULO III

Tabela 1. Faixas utilizadas dos componentes para a farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de palha de milho roxo (FPMR) no planejamento de misturas para a otimização da melhor formulação de sobremesa instantânea.....	108
Tabela 2. Pseudocomponentes e proporções dos ingredientes na mistura ternária de sobremesa com farinha de milho roxo, através de planejamento estatístico, sendo que $X_1 + X_2 + X_3$ ou 100%.....	109
Tabela 3. Concentrações reais dos ingredientes nas formulações testadas para as sobremesas com farinha de palha de milho roxo.....	110
Tabela 4. Abertura e percentual de amostra retida nas peneiras durante a análise granulométrica da farinha de palha de milho roxo.....	117
Tabela 5. Ingredientes em pseudocomponentes e proporções reais, média e desvio padrão dos valores de dureza (DUR), adesividade (ADE), coesividade (COE), gomosidade (GOM), elasticidade (ELA), coordenadas de cor (L^* , a^* , b^* , c^* e H) e sinerese obtidos para as formulações codificadas de FAPG (X_1), LP (X_2) e FPMR (X_3).....	120
Tabela 6. Modelos polinomiais ajustados, nível de significância (p), falta de ajuste (FA) e coeficiente d determinação (R^2) para coordenadas de cor (L^* , H e c^*), sinerese, dureza, gomosidade, coesividade e elasticidade das sobremesas instantâneas em função dos pseudocomponentes de farinha pré-gelatinizada de arroz (x_1), leite em pó (x_2) e farinha de palha de milho roxo.....	121
Tabela 7. Perfil textural da sobremesa comercial padrão utilizada como parâmetro no teste de desejabilidade.....	127
Tabela 8. Médias e desvio padrão da composição proximal e coordenadas de cor L^* , a^* , b^* , c^* e H da farinha de palha de milho roxo (FPMR) e da formulação selecionada de sobremesa instantânea com farinha de palha de milho roxo (Sobremesa PMR).....	128
Tabela 9. Médias e desvio padrão das características físicas e químicas (pH, acidez titulável (AT) ($\text{g ácido cítrico } 100\text{g}^{-1}$), sólidos solúveis totais (SST) ($^{\circ}\text{Brix}$), atividade de água (aw), índice de absorção e de, solubilidade em água e de absorção em óleo da farinha de palha de milho roxo FPMR e da sobremesa de PMR.....	129
Tabela 10. Médias e desvio padrão dos compostos bioativos, antocianinas, compostos fenólicos e antioxidantes da farinha de palha de milho roxo (FPMR) e da sobremesa de (PMR).....	130
Tabela 11. Resultados das análises microbiológicas para mistura em pó para a sobremesa instantânea com farinha de jambolão.....	131

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Médias e desvio padrão da composição proximal e coordenadas de cor L*, a*, b*, c* e H da polpa de jambolão liofilizada (PJAM) e do corante natural de jambolão (CJAM).....	153
Tabela 2. Médias e desvio padrão das características físicas e químicas (pH, acidez titulável (AT) (g ácido cítrico 100g ⁻¹), sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), atividade de água (aw), índices de absorção em água (IAA), de solubilidade em água (ISA) e de absorção em óleo (IAO) da polpa de jambolão liofilizada (PJAM) e do corante natural de jambolão CJAM).....	155
Tabela 3. Médias e desvio padrão dos compostos bioativos, antocianinas (ANTO), compostos fenólicos (CF) e antioxidantes (ANT) da polpa de jambolão e corante natural.....	157

CAPÍTULO V

Tabela 1. Médias e desvio padrão da composição proximal da palha de milho roxo (PMR) e corante de palha de milho roxo em pó (CPMR) e coordenadas de cor L*, a*, b*, c* e H.....	178
Tabela 2. Médias e desvio padrão das características físicas e químicas (pH, acidez titulável (AT) (g ácido cítrico 100g ⁻¹), sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), atividade de água (aw), índices de absorção em água (IAA), absorção de óleo (IAO) e de solubilidade em água (ISA) da palha de milho roxo (PMR) e do corante da palha de milho roxo em pó (CPMR).....	179
Tabela 3. Médias e desvio padrão dos compostos bioativos, antocianinas, compostos fenólicos e capacidade antioxidante da palha de milho roxo (PMR) e do corante de palha de milho roxo (CPMR).....	181

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO GERAL	12
1 REVISÃO DA LITERATURA	14
1.1 JAMBOLÃO (<i>SYZYGIUM CUMINI</i>)	14
1.2 MILHO ROXO (<i>ZEA MAYZ L.</i>)	16
1.3 FLAVONÓIDES	17
1.4 ANTOCIANINAS	19
1.5 SECAGEM	20
1.6 CORANTES NATURAIS	21
1.7 SOBREMESAS INSTANTÂNEAS	24
2 OBJETIVOS GERAIS	25
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 MATÉRIAS-PRIMAS	27
3.1.1 Preparação das Matérias-primas	27
3.2 PRODUÇÃO DA FARINHA DE POLPA DE JAMBOLÃO E DE PALHA DE MILHO ROXO	30
3.3 EXTRAÇÃO DO CORANTE DE JAMBOLÃO E DA PALHA DE MILHO ROXO	30
3.4 CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS, FARINHAS, CORANTES E PRODUTOS	31
3.5 PRODUÇÕES DAS SOBREMESAS INSTANTÂNEAS	37
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	45
REFERÊNCIAS	46
CAPÍTULO II - DESENVOLVIMENTO DE SOBREMESA INSTANTÂNEA COM FARINHA DE JAMBOLÃO LIOFILIZADA	57
RESUMO	57
ABSTRACT	58
1 INTRODUÇÃO	59
2 MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1 OBTENÇÃO DA FARINHA DE JAMBOLÃO	61
2.2 ELABORAÇÕES DAS SOBREMESAS INSTANTÂNEAS	62
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE JAMBOLÃO LIOFILIZADA	68

3.2 DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE SOBREMESAS DE FARINHA DE JAMBOLÃO LIOFILIZADA	75
3.2.1 Caracterização das formulações das sobremesas utilizadas no desenvolvimento .	75
3.3 TESTE DE DESEJABILIDADE.....	82
3.4 COMPOSIÇÃO PROXIMAL DA SOBREMESA DE MAIOR DESEJABILIDADE	84
3.5 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA SOBREMESA INSTANTÂNEA DE MAIOR DESEJABILIDADE	87
3.6 ACEITAÇÃO DA SOBREMESA INSTANTÂNEA DE MAIOR DESEJABILIDADE.....	88
4 CONCLUSÃO.....	89
REFERÊNCIAS	90
CAPÍTULO III - UTILIZAÇÃO DA FARINHA DA PALHA DE MILHO ROXO NA PRODUÇÃO DE SOBREMESA INSTANTÂNEA	101
RESUMO.....	101
ABSTRACT	102
1 INTRODUÇÃO	103
2 MATERIAL E MÉTODOS	105
2.1 PRODUÇÃO DA FARINHA DA PALHA DE MILHO ROXO.....	105
2.2 ELABORAÇÃO DA SOBREMESA INSTANTÂNEA COM FARINHA DE PALHA DE MILHO ROXO	106
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	112
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE PALHA DE MILHO ROXO.....	112
3.2 DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE SOBREMESA INSTANTÂNEA A BASE DE FARINHA DE PALHA DE MILHO ROXO	119
3.3 TESTE DE DESEJABILIDADE.....	127
3.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA SOBREMESA INSTANTÂNEA DE MAIOR DESEJABILIDADE.....	128
3.5 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA SOBREMESA INSTANTÂNEA DE MAIOR DESEJABILIDADE	132
3.6 ACEITAÇÃO DA SOBREMESA INSTANTÂNEA DE MAIOR DESEJABILIDADE.....	133
4 CONCLUSÃO.....	134
REFERÊNCIAS	135
CAPÍTULO IV - PRODUÇÃO DE CORANTE NATURAL EXTRAÍDO DE JAMBOLÃO	146

RESUMO	146
ABSTRACT	147
1 INTRODUÇÃO	148
2 MATERIAL E MÉTODOS	149
2.1 OBTENÇÃO DA POLPA DE JAMBOLÃO	149
2.2 EXTRAÇÃO DO CORANTE NATURAL DE JAMBOLÃO	150
2.3 CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE JAMBOLÃO E CORANTE NATURAL	150
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	152
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE JAMBOLÃO SECA E DO CORANTE NATURAL DE JAMBOLÃO EM PÓ.....	152
4 CONCLUSÃO	162
REFERÊNCIAS	164
CAPÍTULO V - PRODUÇÃO DE CORANTE NATURAL EXTRAÍDO DE PALHA DE MILHO ROXO	172
RESUMO	172
ABSTRACT	173
1 INTRODUÇÃO	174
2 MATERIAL E MÉTODOS	175
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PALHA DE MILHO ROXO	175
2.2 EXTRAÇÃO DO CORANTE NATURAL.....	176
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	177
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PALHA DE MILHO ROXO MOÍDA E CORANTE NATURAL EXTRAÍDO.....	177
4 CONCLUSÃO	186
REFERENCIAS	187
ANEXOS	181

CAPITULO I - INTRODUÇÃO GERAL

O jambolão (*Syzygium cumini*) é uma planta de médio porte e sua altura pode alcançar até 10 metros. Possui produção abundante de frutos, e sua copa é cheia de ramificações. Pertence à família *Myrtaceae* que representa uma das maiores famílias da flora brasileira, no entanto a exploração destes frutos ainda é muito pequena (CAVALCANTI, 2010). Os frutos recebem o mesmo nome da árvore jambolão, apresentam coloração, primeiramente branca, tornando-se vermelhos e em seguida pretos, quando maduros, devido ao alto teor de pigmentos antociânicos. A frutificação no Brasil ocorre de janeiro a maio e os frutos são do tipo baga, muito semelhantes às azeitonas. Sua semente é envolvida por uma polpa carnososa comestível, com sabor doce, adstringente, mesmo assim sendo considerada agradável ao paladar. Os jambolões, na maioria das vezes, são consumidos *in natura*, entretanto a fruta pode ser processada para produção de compota, licor, vinho, vinagre, geleia, dentre outras (AYYANAR, 2012).

SÁ (2008) avaliou os aspectos químicos e físicos da fração comestível (polpa e casca) e das sementes do jambolão. E relatou que o perfil de macro e micro minerais do fruto atende, na sua maioria, às necessidades basais para o ser humano. No entanto, ainda há a necessidade de avaliar a biodisponibilidade destes nutrientes. Além disso, o reduzido teor de lipídios encontrado na polpa e na semente pode tornar esse fruto uma opção para dietas de baixo valor calórico.

As diferentes partes da planta do jambolão são mencionadas na literatura por conter características medicinais, sendo utilizado na medicina popular. Alguns pesquisadores também relatam o seu alto teor de pigmentos o que tem despertado interesse por apresentar efeitos nutricionais e terapêuticos, pela sua ação antioxidante (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; RODRIGUES et al., 2015).

Outro alimento rico em pigmentos antocianicos é o milho roxo que é um alimento culturalmente produzido na região da América Latina. Foi introduzido na China há muito tempo, sendo uma variedade distinta de milho que apresenta uma forte pigmentação roxa tanto no sabugo e pericarpo dos grãos quanto em sua palha, por possuir alta concentração de antocianinas. As antocianinas são pigmentos que pertencem à família dos flavonóides, compostos polifenólicos cujas propriedades biológicas vêm sendo extensamente descritas na literatura (OANCEAA, 2012).

Esses pigmentos antocianicos são amplamente difundidos em vegetais, frutas, cereais, são responsáveis pelo vermelho intenso, azul e roxo, cores encontradas na natureza. Além das contribuições de cor, as antocianinas têm benefícios para a saúde, como a redução de espécies reativas de oxigênio, a prevenção de doenças anti-inflamatórias, anti-carcinogênica e cardiovasculares (CIPRIANO et al., 2015). A importância do estudo das antocianinas se dá por seu potencial biológico, entre eles atividade antioxidante e anti-inflamatória (PEDRESCHI, 2006).

Segundo Teixeira, Stringheta e Oliveira (2008), as antocianinas são os principais corantes naturais difundidos no reino vegetal e provavelmente são os mais conhecidos. São responsáveis pela maioria das cores vermelho, azul e roxo de frutas, legumes, flores e outros tecidos vegetais ou produtos. Estas vem sendo empregadas como corantes alimentícios, parte da dieta do homem há muitos anos já foram experimentadas como fonte industrial em potencial, e também indicadores de pH.

De acordo com Falcão (2007), a aplicação das antocianinas em produtos alimentícios oferece dificuldades devido à sua baixa estabilidade a luz, pH, temperatura de processamento, presença de enzimas e menor poder tintorial. Entretanto, pode intensificar uma coloração mais viva, especialmente em tons próximos ao vermelho, em alimentos aquosos devido à sua fácil incorporação. Além das propriedades sensoriais e químicas desejáveis, suas propriedades funcionais colaboram também para a agregação de valor à qualidade final do produto. Segundo o mesmo autor, alguns estudos estão sendo realizados para se extrair as antocianinas para utilização em produtos, como geleias, licores, vinhos e corantes naturais.

Nesse contexto, os corantes são produtos amplamente utilizados na indústria alimentícia, pois a cor é um importante atributo da qualidade dos alimentos e afeta a aceitação do consumidor. A cor geralmente é transmitida por pigmentos ou corantes adicionados, ocorrendo também naturalmente durante a preparação dos alimentos. Devido aos efeitos contraditórios como doenças degenerativas dos corantes sintéticos à saúde humana, a produção de corantes naturais tem aumentado a cada ano em cerca de 10%, a fim de substituir a utilização dos corantes sintéticos (MARANA, 2014). Algumas pesquisas indicam as inúmeras vantagens dos corantes naturais para a saúde humana, principalmente como agente antioxidante que age na inibição dos radicais livres, prevenindo doenças degenerativas como o câncer (BORGES, 2011).

Considerando que o consumidor busca cada vez mais produtos alimentícios naturais, sobretudo aqueles que possuem benefícios à saúde, a produção e utilização de

farinhas de jambolão e de casca de milho roxo na fabricação de produtos alimentícios representam uma alternativa atrativa e benéfica para a saúde. Assim, este trabalho justifica-se devido ao objeto do estudo (jambolão e palha de milho roxo) conter as propriedades funcionais das antocianinas e também pela possibilidade de aproveitamento dessas características naturais para a indústria de alimentos.

1 REVISÃO DA LITERATURA

1.1 JAMBOLÃO (*Syzygium Cumini*)

O jambolão (*Syzygium cumini*) é uma espécie pertencente à família das *Myrtaceae*, planta com origem na Indonésia, China e Antilhas. Obtém nível mundial, muito distribuído em regiões tropicais e subtropicais, que compreende cerca de 1100 espécies com dois centros de dispersão, nas Américas e Austrália. A cultura do jamboeiro não suporta geada e se desenvolve em qualquer tipo de solo, desde que permeáveis e profundos. É cultivado em quase todo Brasil, em regiões de clima quente e úmido. Sendo encontrado na região norte, nordeste e nas áreas quentes da região sudeste (SOUSA, 2010).

. Trata-se de uma árvore de grande porte, podendo chegar até dez metros de altura e muito bem adaptada às condições brasileiras, mas pode ser cultivada em vários países, pois cresce em diferentes tipos de solo. Muito conhecido popularmente em vários países como jamelão, cereja, jalão, kambol, jambú, azeitona-do-nordeste, ameixa roxa, murta, baga de freira, guapê, jambuí, azeitona-da-terra, entre outros nomes (AQIL, 2012).

Os frutos recebem o mesmo nome da árvore, jambolão, que oferece ao mesmo tempo, beleza, boa sombra e sabor agridoce, embora seja um pouco adstringente, são agradáveis ao paladar, mas não se sobressaem em relação ao sabor especial de tantas outras Mirtáceas brasileiras. É uma fruta pequena e de forma ovóide, exibindo uma casca fina e lustrosa, que se torna roxa escura quando inteiramente madura e de polpa carnosa, pouco caldosa, envolvida de um caroço único. Sua coloração roxa, que é devido à presença de antocianinas, pigmentos, que apresentam como vantagem a alta solubilidade em misturas aquosas. Seus frutos oferecem inconveniência durante seu

manuseio, por terem forte pigmentação em sua casca e polpa, podendo causar manchas permanentes na pele, roupas, e pinturas dos automóveis (LI, 2009).

Os frutos do jambolão, na maioria das vezes, são consumidos *in natura*, ou processados, e são conhecidos por serem ricos em óleos voláteis que são relatados pelos seus usos na medicina, sua casca, sementes e folhas são utilizadas pela população especialmente no tratamento do diabetes e administrados na forma de diferentes preparados como extrato aquoso ou decocção, extrato etanólico ou o suco da planta crua (BONA et al., 2010).

Na época de safra, que ocorre de janeiro a maio, as árvores de jambolão ficam repletas de frutos. Quando atingem seu estágio maduro, se desprendem e se acumulam no chão. Pelo seu bom sombreamento, existem inúmeras árvores espalhadas nas ruas, praças, nos centros urbanos e nessas épocas em função da quantidade de frutos por árvore, se tornam inconveniente devido principalmente à sujeira produzida. Embora exista uma abundância desses frutos, no Brasil, é consumido geralmente *in natura*, entretanto em outros países são processados na forma de compotas, licores, geleias e tortas (VIZZOTTO; FETTER, 2009).

O fruto do jambolão apresenta em torno de 88 % de água, 10,7 % de carboidratos totais, 5,91 % de acidez (ácido cítrico), 1 % de açúcar redutores, 0,34 % de cinzas, 0,67 % de proteína, 0,30 % de lipídeos, 0,28 % de fibra alimentar, pH de 3,9 e °Brix 9,0. O principal mineral encontrado é o fósforo e a vitamina C. O fruto contém ácido elágico, que apresenta propriedades antioxidantes e anticarcinogênicas (LUZIA; JORGE, 2009).

Segundo Faria et al. (2011), a polpa de frutos de *Syzygium cumini* é uma fonte de compostos fenólicos, tais como flavonóides e ácidos fenólicos. Contém também taninos hidrolisáveis, que podem ser os principais compostos fenólicos responsáveis pela adstringência das partes comestíveis. Encontram-se presente também antocianinas: 3,5-diglucósidos de delphinidina, petunidina e malvidina que são responsáveis pelo pigmento dos frutos e contém bioatividade antioxidante e anticancerígena, sendo assim o consumo destes frutos é descrito como uma estratégia para prevenir doenças cardiovasculares, câncer e doenças neurodegenerativas (NILE; PARK, 2014; TAVARES et al., 2016)

O jambolão contém em sua composição antocianinas, glicosídeos, ácido elágico, as sementes também são importantes por serem ricas em flavonóides, um antioxidante que representa a eliminação de radicais livres e efeito protetor sobre enzimas

antioxidantes. Contêm alcalóide e glicosídeo que serve para a conversão diastático de amido em açúcar e o extrato de semente reduz a pressão arterial (AYYANAR, 2012).

Com isso, a literatura relata que vários estudos têm sido realizados desde a etapa da caracterização físico-química até a avaliação da presença de compostos bioativos, as pesquisas demonstram um interesse crescente na inclusão de jambolão na dieta humana como fruta fresca e também como alimentos preparados, como sucos, geleias, compotas, iogurtes, vinhos e sobremesas instantâneas (SWAMI et al., 2012).

1.2 MILHO ROXO (*Zea Mayz L.*)

O milho (*Zea mayz L.*) é um dos cereais mais cultivados do mundo, é um alimento básico para grandes grupos de pessoas, sendo também utilizado para alimentação animal. Existem várias colorações disponíveis de milho, entre eles o amarelo, azul, vermelho, marrom e o roxo (FERNÁNDEZ, 2009). Pode se dizer que a espiga possui em massa aproximadamente 70 % de grãos e 20 % de palha e 10 % de sabugo (FAO, 2013).

O milho roxo é uma variedade distinta de milho, oferece uma forte pigmentação roxa tanto no pericarpo dos grãos, como no sabugo e também na casca, isso ocorre devido à grande quantidade de antocianinas presentes. A variedade roxa é muito cultivada popularmente na região Andina, no Peru. Devido as suas propriedades funcionais tem sido utilizado normalmente no preparo de *chicha morada*, suco e também sobremesa da gastronomia peruana (PRIOR et al., 2006; JING et al., 2008).

No Brasil o milho roxo ainda é produzido em baixa escala, mas é um alimento com alto potencial, como é uma rica fonte de antocianinas, inclusive aciladas (o que confere maior estabilidade de antocianinas), pode ser utilizado como matéria-prima para a produção de outros alimentos ou corantes alimentícios. O sabugo do milho roxo, que é a porção com maior concentração de antocianinas, seguido da sua palha (PEDRESCHI, 2006).

Alguns estudos têm evidenciado a presença de teores significativos de compostos fenólicos como ácidos fenólicos, taninos, entre outros compostos bioativos no milho roxo, esses têm ações benéficas no organismo. Pesquisas mostram as várias vantagens do pigmento encontrado neste milho para a saúde humana, especialmente

como agente antioxidante que age na inibição dos radicais livres, prevenindo algumas doenças degenerativas como o câncer (JING et al., 2008).

O milho roxo é utilizado como alimento, e também pode ser usado para extração de corantes, tanto em sua espiga como em sua palha. Existem varios métodos para se extrair corantes, o método utilizado depende da finalidade para o qual está sendo extraído, da natureza dos compostos e da fonte ou matriz utilizada (RODRIGUEZ-SAONA; WROLSTAD, 2001).

A palha de milho roxo é destinada para a produção de embalagens de doces, artesanato de cestaria, bonecas e também na fabricação de cigarros, no entanto existem possibilidades de melhoria na qualidade e na utilização deste material (EMBRAPA, 2008). A utilização da palha do milho roxo pode ser uma alternativa para valorização desse resíduo e também para disponibilização de novos produtos ricos em antocianinas.

1.3 FLAVONÓIDES

Os flavonóides são denominados quimicamente como substâncias compostas por um núcleo, o qual é composto por três anéis fenólicos, conforme apresentado na Figura 1 (TAPAS et al., 2008). O primeiro anel benzeno (Anel A) é condensado com o sexto carbono do terceiro anel (Anel C), que na posição 2 carrega um grupo fenil como substituinte (Anel B). Devido ao fato deste terceiro anel apresentar-se na forma de um anel pirona é responsável pela concepção da maioria das diferentes classes destes compostos, recebendo a denominação de núcleo 4 – oxo – flavonoide (SANDHAR et al., 2011).

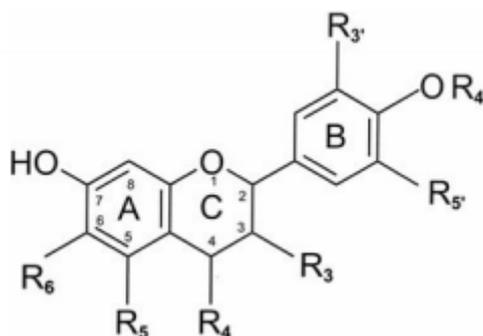


Figura 1. Estrutura base dos flavonóides mais comuns (presentes em alimentos), com anéis e posições numeradas.

Fonte: Adaptado de BEECHER, 2003.

Os flavonóides são pigmentos naturais largamente difundidos no reino vegetal e são relatados mais de oito mil compostos fenólicos em plantas, encontram-se presentes em frutas, folhas, sementes e em outras partes das plantas na forma de glicosídios ou agliconas. São compostos de baixo peso molecular, consistindo em quinze átomos de carbono, organizados na configuração $C_6-C_3-C_6$ ²². Esses compostos resguardam o organismo do dano produzido por agentes oxidantes como os raios ultravioletas, poluição ambiental, substâncias químicas presentes nos alimentos, estresses, dentre outros. Devido o organismo humano não produzir essas substâncias químicas protetoras, o homem tem que alcançá-las por meio da alimentação. Através de frutas, vegetais (ANGELO, 2011).

Segundo Março e Poppi (2008), a classificação do tipo de flavonóides presente em um extrato de plantas, se fundamenta inicialmente no estudo das propriedades de solubilidade e nas reações de colorações. Esse procedimento é seguido por análise cromatográfica do extrato da planta. Os flavonóides podem ser separados por procedimentos cromatográficos e os componentes individuais identificados quando possível, por comparação com padrões. As duas classes de flavonóides consideradas como os mais importantes são os flavonóis e as antocianidinas (Figura 2).

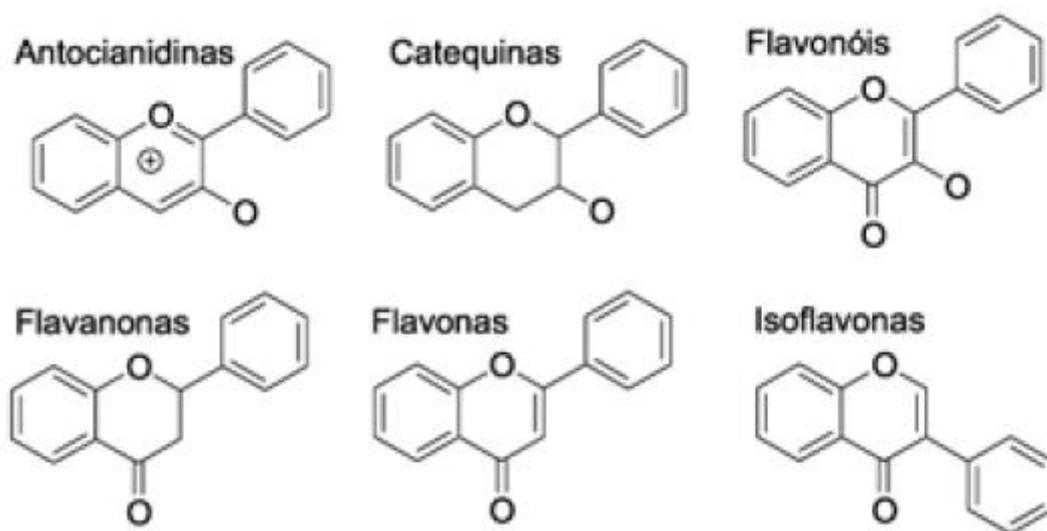


Figura 2. Estruturas químicas dos principais flavonóides.

Fonte: MARÇO; POPPI (2008)

1.4 ANTOCIANINAS

As antocianinas (das palavras gregas *anthos*, flor e *kianos*, azul), são pigmentos naturais, localizados em algumas flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas, responsáveis pela coloração que varia do vermelho vivo ao azul violeta. Quimicamente esses pigmentos são compostos fenólicos pertencentes ao grupo dos flavonóides, grupo de pigmentos naturais amplamente distribuídos no reino vegetal (LOPES et al., 2016).

De acordo com a legislação existem dois tipos de pigmentos: o glicosilado (antocianinas) e o não glicosilado (antocianidinas ou aglicona). O primeiro grupo é representado pelos açúcares D-glicose, D-xilose, D-galactose, arabinose e rutinose, e pelos ácidos fenólicos como o p-cumárico, o ferrílico e cafeico. No segundo grupo existe uma variedade e se deve ao número e a posição de hidroxilas e metoxilas ao longo da cadeia carbônica. Os grupos acil e os açúcares ligados a aglicona possuem um efeito significativo na estabilidade e reatividade das antocianinas (OREN-SHAMIR, 2009).

Segundo Shimamoto (2010), os corantes naturais, comercializados, possuem algumas desvantagens. Antocianinas por exemplo são flavonóides que são distinguidos pela sua estrutura. As cores violeta e vermelha das antocianinas são passíveis de oxidação, desvanecem com dióxido sulfúrico e alteram com o pH, restringindo assim a sua aplicação em alimentos e bebidas ácidas. Essas características limitam o emprego desses aditivos durante o processamento, estocagem e aparência dos alimentos em que foram adicionados. A combinação de alguns fatores como a quantidade e posição das hidroxilas na molécula; ocorrência de metilação em uma ou mais hidroxilas presentes; natureza, quantidade e posição dos açúcares ligados à estrutura da antocianina; e natureza e quantidade de ácidos ligados a esses açúcares, resultam em diferentes tonalidades e cores. Sabe-se que as antocianinas são mais estáveis em meio ácido e podem ser encontradas em quatro diferentes formas químicas quando em solução aquosa: cátion flavílio, base quinoidal, pseudobasecarbinol e chalcona.

Os pigmentos das antocianinas são muito mutáveis depois de extraídos de suas fontes. A quantidade presente em frutos está relacionada a fatores climáticos, em particular à temperatura e a degradação, o que dificulta a comparação entre diferentes cultivos de um mesmo fruto e, mais difícil ainda, comparar cultivos de frutos de diferentes espécies. Devido sua variação de cor com o pH, a preferência do seu uso se restringe a produtos ácidos. Como exemplo, tem-se que as cascas de uva preta que

produzem uma antocianina vermelha a pH menor que dois, entretanto esta fica incolor ou amarela no pH da uva. No entanto, devido às cores variadas destes flavonóides na natureza (branco, amarelo, vermelho, azul e preto), dentre os corantes hidrossolúveis, eles se apresentam como um potencial colorante (VELOSO, 2012).

O aproveitamento das antocianinas em produtos alimentícios proporciona dificuldades devido à sua baixa estabilidade ao pH, presença de enzimas, temperatura de processamento, luz, e menor poder tintorial. Porém, intensifica uma coloração mais viva, principalmente em tons próximos ao vermelho em alimentos aquosos devido à sua fácil incorporação. Suas propriedades funcionais contribuem para a agregação de valor na qualidade final do produto, além de suas propriedades químicas e sensoriais desejáveis (FALCÃO et al., 2007).

1.5 SECAGEM

Um dos processos mais antigos para a conservação de alimentos é a secagem, esse é bastante difundido e utilizado nos dias atuais. Consta de uma operação que visa remover água de um determinado material através do calor. Ocorre então, tanto transferência de calor quanto de massa e com a eliminação parcial ou total da água, acontece à redução da atividade de água, reduzindo os riscos de crescimento microbiano, reações enzimáticas e outras reações de natureza química e física (CELESTINO, 2010).

Existem vários tipos de secagem utilizados nas indústrias de alimentos: a secagem por convecção, condução, radiação, liofilização, leito fluidizado e secagem dielétrica, dentre elas se destaca a liofilização (OLIVEIRA, 2014).

A desidratação por liofilização ou *freeze-drying* é a operação na qual a matéria-prima previamente congelada é submetida a determinadas condições de pressão e temperatura que ocasionam a sublimação da água. No caso, a água não passa pelo estado líquido e a dinâmica entre o vácuo e a baixa temperatura promove a sublimação. Desde modo, as propriedades químicas e sensoriais teoricamente pouco se alteram e o procedimento pode ser aplicado a produtos sensíveis ao calor. Assim, o produto liofilizado é facilmente rehidratável, pois são formados poros microscópicos, como

resultados dos cristais de gelo que sublimam, durante o processo de secagem (OIKONOMOPOULOU et al., 2011).

Comercialmente, a liofilização é uma operação muito importante, utilizada para secar produtos de alto valor agregado, que possuam aromas ou texturas delicados ou que apresentam sensibilidade ao uso do calor. Desse modo, o processo de liofilização continua sendo a melhor opção para manter a qualidade original de alguns produtos (CIURZYSKA; LENART, 2011).

1.6 CORANTES NATURAIS

De acordo com a Portaria SVS/MS 540/97, considera-se corante a substância ou a mistura de substâncias que possuem a propriedade de conferir ou intensificar a coloração de alimentos (e bebidas). Pela Resolução - CNNPA nº 44, de 1977 da ANVISA, os corantes são classificados em (BRASIL, 1977):

- a) corante orgânico natural: aquele obtido a partir de vegetal, ou eventualmente, de animal, cujo princípio corante tenha sido isolado com o emprego de processo tecnológico adequado;
- b) corante orgânico sintético: aquele obtido por síntese orgânica mediante o emprego de processo tecnológico adequado;
- c) corante artificial: é o corante orgânico sintético não encontrado em produtos naturais;
- d) corante orgânico sintético idêntico ao natural: é o corante orgânico sintético cuja estrutura química é semelhante à do princípio ativo isolado de corante orgânico natural;
- e) corante inorgânico: aquele obtido a partir de substâncias minerais e submetido a processos de elaboração e purificação adequados a seu emprego em alimento;
- f) caramelo: o corante natural obtido pelo aquecimento de açúcares à temperatura superior ao ponto de fusão;
- g) caramelo (processo amônia): é o corante orgânico sintético idêntico ao natural obtido pelo processo amônia, desde que o teor de 4-metil, imidazol não exceda no mesmo a 200 mg/kg^{-1} .

A coloração é a primeira característica sensorial pelo qual os alimentos são julgados e, deste modo, é vastamente utilizada na indústria alimentícia para aprovar as expectativas dos consumidores, que frequentemente unificam cor ao sabor, cheiro ou

qualidade do produto. Por essa razão, o setor alimentício preocupa-se tanto com a aplicação de cores, através do uso de corantes, e aquisição de alimentos que acariciem aos olhos do consumidor, pois além de necessária para sobrevivência, a alimentação também é fonte de prazer e satisfação. Sendo assim, têm aumentado a preocupação dos pesquisadores quanto aos riscos toxicológicos desses produtos e/ou seus metabólitos no organismo humano (SCHUMANN; POLÔNIO; GONÇALVEZ, 2008).

Sabe-se que os novos hábitos alimentares bem como o novo estilo de vida sujeitam a uma gama de fatores de risco para as doenças crônicas não transmissíveis. A alimentação, além de imprescindível à saúde, é uma fonte de prazer. Contudo a idéia de consumir produtos mais atrativos, alimentos coloridos, vistosos. As pessoas preferem consumir alimentos coloridos naturalmente. Um exemplo são as frutas e hortaliças, desta forma, muitos corantes naturais estão sendo utilizados nos lugares dos corantes artificiais, para prevenção de doenças. Outro fator que incentivou o consumo de produtos naturais é a consolidação da sensibilização ecológica da população. A utilização destes corantes nas indústrias alimentícias, farmacêuticas e de cosméticos vem sendo uma exigência dos consumidores (VELOSO, 2012).

Os corantes naturais permitidos pela legislação brasileira são: açafrão, ácido carmínico, antocianinas, cacau, carmim, carotenóides (alfa-caroteno, beta-caroteno, gama-caroteno, licopeno, bixina, norbixina), carvão, clorofila, clorofila cúprica, sal de amônio de clorofila cúprica, sal de potássio de clorofila cúprica, sal de sódio de clorofila cúprica, cochonilha, cúrcuma, curmina, hemoglobina, índigo, páprica, riboflavina, urzela (orceína sulfonada) e urucum, vermelho de beterraba, xantofilas (cantaxantina, criptoxantina, flavoxantina, luteína, rodoxantina, rubixantina, violaxantina) (BRASIL, 2016).

Uma crescente demanda mundial dos corantes naturais em relação aos sintéticos é relevada pela inocuidade e/ou baixa toxicidade que os corantes apresentam como já se sabe os corantes sintéticos estão associados ao surgimento de doenças como: o câncer, e quando são descartados no meio ambiente, além de necessitar de um longo tempo para degradar, os seus intermediários podem ser ainda mais tóxicos (VERÍSSIMO et al., 2008). Dessa forma o emprego de corantes naturais em alimentos tem aumentado ultimamente devido às vantagens do marketing no desenvolvimento de ingredientes naturais e devido à preocupação dos consumidores sobre efeitos prejudiciais dos corantes sintéticos à saúde (GOMES, 2012).

Existe uma grande demanda de pesquisa para desenvolver corantes alimentícios a partir de fontes naturais, para diminuir (ou eliminar), gradativamente, a dependência do uso de corantes alimentícios sintéticos no processamento de alimentos (MENDONÇA, 2013). A indústria de alimentos está tentando substituir corantes sintéticos por corantes naturais, porém, são menos estáveis do que suas contrapartes. No entanto, Castañeda-Ovando et al. (2009) e Shipp; Abdel-Aal (2010) verificaram que os pigmentos naturais tiveram aplicações restringidas em bebidas devido à sua baixa estabilidade durante o armazenamento em comparação com corantes sintéticos.

Com isso, o desenvolvimento de novas tecnologias de produção de corantes naturais adota importância evidente. Onde são demandadas pesquisas para que os novos corantes produzidos possam atender às exigências do mercado interno e externo. Com o crescente conhecimento da química e bioquímica dos pigmentos ocorre o incremento de tecnologias eficazes de processamento, e pode se contribuir significante na qualidade do produto final (corante), e também o uso mais racional da matéria-prima (FRANCO, 2002).

Segundo Levy; Rivadeira (2000), um dos corantes mais produzidos é o de urucum, que envolve a abrasão mecânica, onde é fornecida pela agitação da semente de urucum em água, que desaloja e separa a camada de pigmento. É obtida uma suspensão corante, que é filtrada ou centrifugada, e é submetida a uma secagem com uma mistura de fubá, originando um pó com conteúdo de bixina de cerca de 20 %.

Pesquisas mostram que um solvente orgânico muito utilizado em indústria que processa o corante de urucum é o etanol, pela facilidade de sua obtenção e devido ao baixo custo, comparando com outros solventes. Apresenta outras características favoráveis como: disponibilidade, baixa toxicidade, baixo ponto e ebulição e propriedades bactericidas (PRENTICE-HERNANDEZ; RUSIG, 1992).

Souza (2000) estudando a extração de pigmentos de urucum com etanol na proporção de 1:2 (p/v), com duração de duas horas, obteve um corante concentrado com fubá produzindo um teor de bixina de cerca de 70 a 72 %. Para Alves et al. (2006) que estudaram a extração de urucum com solvente etanol, variando o tempo de extração entre quinze minutos, trinta minutos e duas horas. Comparando tempo de extração e agitação em centrifuga, notou-se um aumento de 1,6 vezes no rendimento da extração.

1.7 SOBREMESAS INSTANTÂNEAS

As sobremesas lácteas prontas para consumo, com vida útil média, apresentaram importante crescimento nas últimas décadas. Os sistemas tecnológicos aplicados nas fábricas de laticínios e ingredientes inovadores os têm proporcionado novas alternativas, às sobremesas lácteas clássicas feitas em casa, consentindo a produção de sobremesas com novos sabores, com maior digestibilidade e maior valor nutritivo (NUNES et al., 1998).

Estes produtos são basicamente constituídos por: leite, amido, açúcar, flavorizantes, estabilizantes, emulsificantes, geleificantes, espessantes, corantes, aromatizantes, ovos, polpas de frutas ou chocolate e conservantes, com formulações variáveis em função das combinações dos ingredientes utilizados. De maneira geral, estes produtos são complexos e a estabilidade depende muito da tecnologia de fabricação, das características intrínsecas de cada produto e da estocagem sob condições refrigeradas. Variações nas características desses ingredientes (conteúdo de gordura do leite, tipo e concentração do amido, da goma, tipos de aroma e corante), forma de apresentação (líquido, concentrado, em pó) e as reações entre eles irão produzir diferenças notáveis nas propriedades físicas e sensoriais (dureza, mastigabilidade, cremosidade) dos produtos formulados, podendo influenciar na sua aceitação (VERBEKEN et al., 2006; TÁRREGA; COSTELL, 2007).

Os produtos instantâneos geralmente se apresentam como uma mistura em pó, e são qualificados por serem de rápido preparo quando imersos em um líquido (água ou leite). Estes se sobressaem por sua versatilidade no manuseio, armazenamento, processo de fabricação, estabilidade química e microbiológica, entre outras. Alguns exemplos desta classe de alimentos são os leites (integral e desnatado), os alimentos destinados a crianças em fase de aleitamento, as bebidas à base de cacau, os suplementos protéicos, as pré-misturas para panificação, algumas leveduras, enzimas e aromas, as sopas desidratadas instantâneas, entre outros. Desta forma, o termo “instantâneo” também pode ser agregado para descrever os alimentos em pó que são facilmente miscíveis em água fria. Não só esta característica se sobressai, mas também outras ligadas às propriedades reológicas do produto, que dependem do tipo de insumo utilizado, presença de amido, entre outros (SCHUBERT, 1993; PEÑA, 2003; VISSOTTO et al., 2006; SILVA et al., 2010 e GUIMARÃES, 2014).

2 OBJETIVOS GERAIS

O objetivo com esse trabalho foi caracterizar frutos de jambolão (*Syzygium cumini*) e palha de milho roxo (*Zea mays* L.), produzir farinhas destas matérias-primas, extrair de forma artesanal seus corantes e desenvolver formulações de sobremesas instantâneas com a aplicação das farinhas obtidas.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair a polpa do jambolão.
- Liofilizar a polpa de jambolão e secar a palha de milho roxo.
- Produzir farinhas de jambolão e palha de milho roxo.
- Extrair os corantes naturais da farinha de jambolão e da farinha da palha do milho roxo.
- Caracterizar física e quimicamente a polpa de jambolão e a palha do milho roxo, os corantes as farinhas obtidas.
- Aplicar farinhas de jambolão e palha de milho roxo em sobremesas instantâneas.
- Produzir e selecionar as melhores formulações de sobremesa desenvolvidas com farinha de jambolão e com palha de milho roxo.
- Caracterizar física e quimicamente a sobremesa selecionada.
- Avaliar o risco microbiológico das sobremesas selecionadas com adição de farinha de polpa de jambolão ou farinha de palha de milho.
- Avaliar a aceitação global das sobremesas instantâneas escolhida de jambolão e de palha de milho roxo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

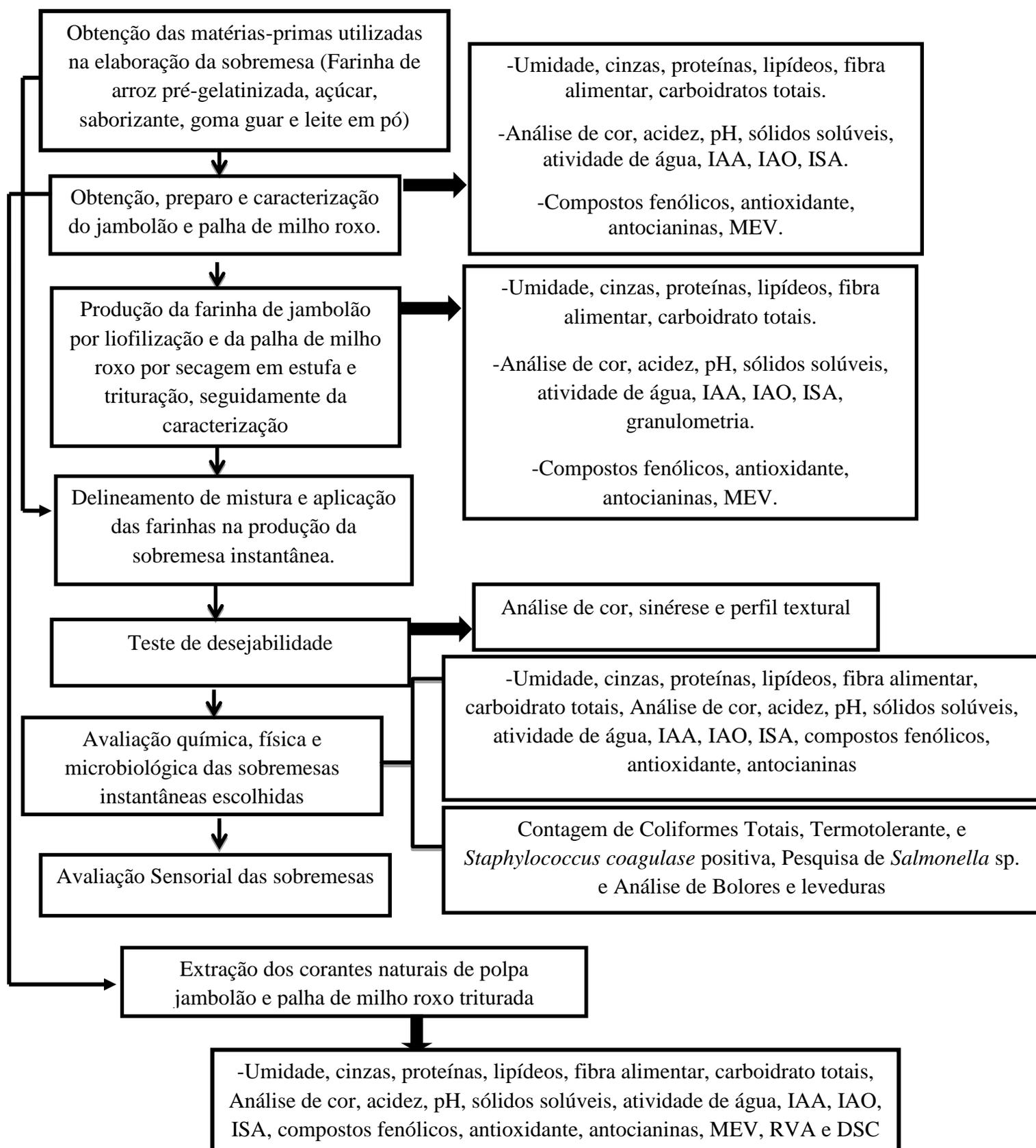


Figura 3. Esquema geral de pesquisa

3.1 MATÉRIAS-PRIMAS

As atividades desse estudo foram executadas nos laboratórios do Setor de Engenharia de Alimentos da Escola de Agronomia, na Universidade Federal de Goiás (UFG). Inicialmente, foram adquiridas e caracterizadas as matérias-primas necessárias à extração dos corantes e para a elaboração das farinhas a serem utilizadas na fabricação das sobremesas instantâneas, em seguida foi produzidos os diferentes tratamentos das sobremesas, caracterizou-se as mesmas e por fim avaliou-se o risco microbiológico, para então avaliar sensorialmente as sobremesas e verificar sua aceitabilidade.

3.1.1 Preparação das Matérias-primas

Jambolão

Os frutos maduros foram colhidos diretamente da árvore de jambolão, no período de Janeiro a Maio (2016), de plantas localizadas na região de Goiânia. Foram desprezados os frutos que continham rachaduras ou estivessem danificadas por insetos. Os frutos foram colhidos manualmente no estágio maduro (Figura 4), levando em consideração a coloração da casca roxo intenso e as características sensoriais de maturação (gosto e aroma).



Figura 4. Jambolão estágio maduro

Em seguida os frutos foram acondicionados em contentores de plástico (previamente higienizados) para evitar injúrias mecânicas e transportados ao laboratório de processamento de vegetais da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. Antes do processamento, os frutos foram selecionados, lavados em água

corrente, sanitizados com solução de hipoclorito à sódio de 100 ppm por 10 minutos, enxaguados e secos a temperatura ambiente, conforme diagrama esquemático (Figura 5), após a aquisição e preparo da matéria-prima, amostras foram despulpadas em despulpadora industrial (Bonina 0.25 df, Itabuna (BA), Brasil) e armazenados em congeladores para posteriormente serem caracterizados.

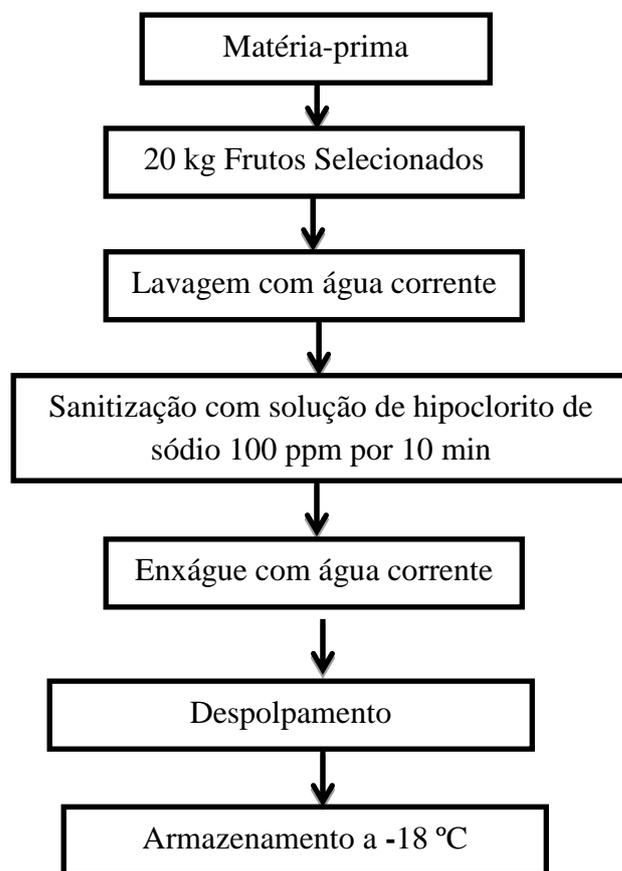


Figura 5. Diagrama esquemático do processamento do jambolão.

Palha de Milho Roxo

Foram utilizados aproximadamente 20 kg palhas de milho roxo (*Zea mays* L.), (Figura 6) adquiridos, na fazenda Nossa Senhora Aparecida (latitude 16,965475 Sul, longitude 49,184229 Oeste e altitude 787 m), no município de Hidrolândia (GO).



Figura 6. Palha de milho roxo.

As palhas foram selecionadas, lavadas com água corrente e sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm por 10 minutos. Posteriormente foram enxaguadas e secas em uma estufa com circulação e renovação de ar (marca Tecnal, modelo TE-394/4mp, SP/Brasil), trituradas e armazenadas em sacos de polietileno com zíper hermético a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ até o início dos ensaios (Figura 7).

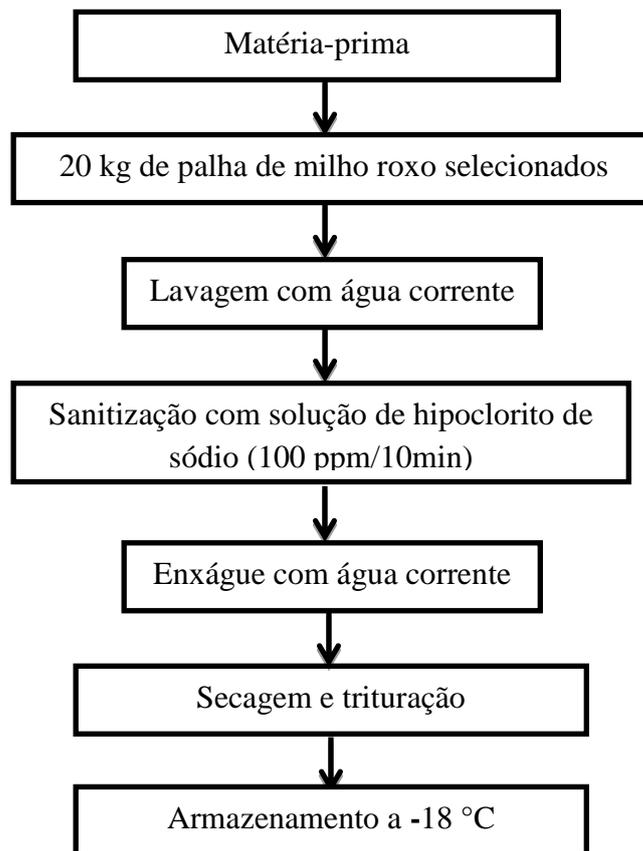


Figura 7. Diagrama esquemático do processamento da palha de milho roxo.

3.2 PRODUÇÃO DA FARINHA DE POLPA DE JAMBOLÃO E DE PALHA DE MILHO ROXO

Para a produção da farinha de jambolão, foi utilizado um liofilizador (Marca Liobras indústria de liofilização Ltda, modelo P 820, SP/Brasil). Antes do processo, a polpa foi colocada em congelador, sobre bandejas, para congelamento das amostras a -10 °C. Em seguida, o material foi levado ao liofilizador por aproximadamente 48 horas. A operação foi conduzida sob os seguintes parâmetros de processamento: temperatura de -40 °C, pressão a vácuo abaixo de 500 µHg e velocidade de liofilização 1 m/h. A secagem da polpa de jambolão pelo processo de liofilização foi necessária para que se obtivesse uma farinha com granulometria de 200 mesh. Após a retirada do liofilizador, a polpa seca foi triturada em moedor (Marca Candence, modelo MDR301, SP/Brasil).

Para a produção da farinha de palha de milho roxo, as palhas já lavadas, sanitizadas e secas, passaram por três processos de trituração, o primeiro utilizou um moinho de rotor tipo ciclone (Marca Tecnal, modelo TE-651/2, SP/Brasil) com peneira de 0,5 mm, posteriormente a palha parcialmente triturada passou pelo mesmo moinho com peneira de 0,2 mm, e por último foi utilizado um moedor (Marca Candence, modelo MDR301, SP/Brasil). Para se obter uma farinha com granulometria de 120 mesh, o triturado foi peneirado em uma peneira de 120 mesh.

3.3 EXTRAÇÃO DO CORANTE DO JAMBOLÃO E DA PALHA DE MILHO ROXO

Para realizar a extração do corante de jambolão e da palha de milho roxa, foi utilizada a técnica descrita por Prentice-Hernandez e Rusig (1992) aplicada para o corante de urucum, utilizando como solvente água /etanol (na proporção de 50:50), onde as matérias-primas foram deixadas por 16 horas à temperatura de 5 °C em contato com os solventes. Após a etapa inicial, a solução foi filtrada em tecido organza e em seguida, para remoção dos resíduos, o extrato foi centrifugado por 10 minutos a temperatura ambiente. Após a centrifugação o extrato foi concentrado a 35-38 °C em evaporador rotativo até redução de 50 % do volume inicial. Para a obtenção do corante natural em pó o concentrado foi misturado com farinha de arroz e submetido a uma secagem em secador de bandejas, em escala piloto, com circulação forçada de ar, à temperatura média de 30 °C por 8 horas.

3.4 CARACTERIZAÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS, FARINHAS, CORANTES E PRODUTOS

Composição Proximal

A determinação do teor de umidade das amostras foi realizada segundo metodologia nº 932.12 proposta por AOAC (2006), que consiste na pesagem de 2 g da amostra (triturada, homogeneizada) em balança analítica, e na secagem em estufa à pressão atmosférica a 105 °C por 24 horas, até atingir massa constante.

O extrato etéreo ou lipídeos totais foram determinados pelo método de extração Soxhlet com éter de petróleo segundo a técnica recomendada pela nº 985.29 (AOAC, 2006). Foram pesados 2 g da amostra em cartucho celulósico, o qual foi vedado com algodão. Cada cartucho foi acoplado ao extrator com seu respectivo reboiler, previamente seco em estufa a 105 °C durante 1 hora e tarado. O solvente utilizado foi o éter de petróleo o qual foi colocado dentro de cada reboiler, antes de acoplá-lo ao extrator, na quantidade de 30 mL. Em seguida os cartuchos foram imersos no solvente e o sistema de refrigeração ativado. A extração se deu durante 2 h a 80 °C. Uma vez completada a extração, os cartuchos foram suspensos durante 30 minutos para que o solvente fosse recuperado. Após a extração os reboilers foram colocados em estufa a 105 °C durante 2 h, resfriados em dessecador por 30 minutos e então pesados.

A proteína bruta foi determinada pelo método de Kjeldahl, e a determinação da quantidade de nitrogênio por titulação do excesso de ácido sulfúrico com hidróxido de sódio 0,1M, conforme procedimento da AOAC (1995). Pesou-se 0,5 g da amostra, e adicionou-se ao tubo 0,6 g de K₂SO₄, 0,3 g de CuSO₄ e 5 mL de H₂SO₄. O tubo foi então colocado no bloco digestor à 400°C, até que a amostra se tornasse incolor. Em seguida realizou-se a etapa de destilação. Adaptou-se um erlenmeyer, contendo 10 mL de H₃BO₃ e 0,1 mL de indicador fenolftaleína, à saída do condensador. Colocou-se 15 mL de NaOH e 10 mL de água destilada ao reservatório. O tubo foi acoplado ao destilador, acionou-se a temperatura e o sistema de refrigeração e procedeu-se o processo de destilação. Coletou-se cerca de 75 mL do condensado no erlenmeyer, o qual foi titulado com HCl (0,02 N) até o ponto de viragem (verde para vermelho).

A determinação do teor de fibra alimentar total foi realizada tendo por base o método AOAC 985.29 (enzimático-gravimétrico), resultante do descrito por Prosky et al. (1988). Segundo este método, duplicatas de cada amostra seca e moída (com um teor de gordura <10 %) são submetidos à digestão enzimática, com o objetivo de promover a

hidrólise do amido e das proteínas presentes na amostra. Em uma primeira etapa procedeu-se à hidrólise do amido através da enzima α -amilase, na etapa seguinte à hidrólise da proteína pela ação da protease e, por último à hidrólise da amilose por adição da amiloglicosidase. A fibra solúvel foi precipitada com etanol 95 %. O resíduo total foi filtrado e sucessivamente lavado com etanol 78 %, etanol 95 % e acetona. Após secagem o resíduo foi pesado. Uma das triplicatas foi usada para a determinação da proteína e outra para a determinação das cinzas.

O teor de carboidratos foi calculado pelo método de diferença, subtraindo-se de cem os valores de umidade, extrato etéreo, proteína, fibra e cinzas (SNIFFEN et al., 1992).

O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado submetendo-se as amostras a 550 °C. Os resultados foram expressos em g/100 g utilizando o método oficial 940.26 da AOAC (2006).

Acidez total, pH e Brix°

A acidez titulável foi analisada por meio da volumetria de neutralização, utilizando solução padrão de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol/L na presença de solução de fenolftaleína (C₂₀H₁₄O₄) a 1%, de acordo com método nº 942.15 da AOAC (2010).

A determinação do pH foi realizada nas amostras trituradas e homogeneizadas por leitura direta em potenciômetro digital (Marca Tecnal, modelo TEC-51, SP/Brasil), após calibração com solução padrão de pH 4,0 e 7,0 a temperatura ambiente segundo método nº 981.12 da AOAC (2010).

Para analisar o teor de sólidos solúveis totais utilizou-se um refratômetro digital, com compensação de temperatura automática a 25 °C, e os resultados expressos em percentual, segundo método nº 932.12 da AOAC (2010).

Parâmetros instrumentais de cor

Parâmetros Colorimétricos: A cor das amostras foi determinada utilizando colorímetro (Branking Meter minolta, BC-10, Ramsey, USA), o qual foi calibrado com placa de porcelana branca. Onde, L representa a luminosidade (L* = 0 é preto e L* = 100 claridade total). As coordenadas que indicam a direção das cores são: +a* = vermelho e - a* = verde; +b* = amarelo e -b* = azul. Além das coordenadas de cores,

também foram determinados o valor de croma $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, que representa a pureza da cor e a medida do ângulo $H^\circ = \text{tg}^{-1}(b^*/a^*)$, que representa a tonalidade da cor (OLIVEIRA et al., 2011).

Solubilidade e absorção em água e óleo

Os índices de absorção em água foram determinados segundo metodologia descrita por Anderson et al. (1969). Em tubo de ensaio, com tampa, foram pesados 1,25 g de amostra, adicionados 15 mL de água destilada e, após agitou-se por 30 minutos, a solução foi transferida para um tubo e foi centrifugada a 3000 rpm durante 10 minutos. O líquido sobrenadante foi recolhido cuidadosamente em placa de Petri e evaporado em estufa a 100 °C, e, logo após, em estufa a 105 °C por três horas. O gel remanescente no tubo da centrífuga foi pesado. Determinaram o índice de absorção de água (IAA), expresso em g de gel por g de matéria seca, a partir do resíduo da evaporação do sobrenadante segundo a equação (1):

$$\text{IAA (g.g}^{-1}\text{)} = \frac{\text{PRC}}{\text{PA}-\text{PRE}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

PRC= Peso do resíduo da centrifugação (g);

PA= Peso da amostra (g);

PRE= Peso do resíduo da evaporação (g).

O índice de solubilidade em água foi determinado segundo a metodologia descrita por Anderson et al. (1969), pela relação entre o peso do resíduo da evaporação e o peso seco da amostra, conforme a equação (2):

$$\% \text{ISA} = \frac{\text{PRE} \cdot 100}{\text{PA}} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

PRE= Peso do resíduo da evaporação, g;

PA= Peso da amostra, g.

Para a determinação de absorção em óleo foram realizados os mesmos procedimentos com a substituição de água por óleo de soja.

Atividade de água

Para a determinação da atividade de água (A_w), utilizou-se um medidor (AquaLab, CX-2, Washington, EUA), essa análise consiste em colocar a amostra no recipiente do próprio equipamento e esperar a realização da leitura.

Granulometria

Para a determinação do tamanho das partículas das amostras foi utilizado um agitador de peneiras (Marca Bertel, modelo 4819, Caieras, SP, Brasil), composto por 6 peneiras, cujas aberturas variaram de: 0,000; 0,75; 0,125; 0,150; 0,180; 0,250 mm, sendo colocados 100 g de amostra e submetidas à agitação na velocidade máxima de 100 rpm por 15 minutos. Foram pesadas as quantidades de amostra retidas em cada peneira e calculados os percentuais relativos (CEREDA; CATÂNEO, 1986).

Análise de compostos fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método proposto por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997), onde o extrato foi preparado pesando-se 2 g da amostra, adicionando 40 mL de metanol 50 % e homogeneizando-se e deixou em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Centrifugou-se a 15.000 rpm durante 15 minutos, transferiu-se o sobrenadante para um balão volumétrico de 100 mL. Em seguida adicionou 40 mL de acetona 70 %, homogeneizou e deixou em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente, centrifugou-se novamente durante 15 minutos, transferiu-se o sobrenadante para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante e completou o volume para 100 mL com água destilada.

Em um tubo de ensaio, pipetou-se 0,5 mL da amostra (extrato), 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu 10 % e 2 mL de solução de carbonato de sódio 4 %. Agitou-se o tubo e aguardou-se 60 minutos em ambiente escuro. A leitura foi então realizada à 750 nm, em espectrofotômetro (Bel Photonic, modelo SP 2000UV, Piracicaba, Brasil). Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico. 100 g^{-1} de produto, utilizando-se a equação da reta obtida para a curva padrão.

Para a curva elaborou-se solução padrão de ácido gálico (0,02 g) em um balão de 10mL com etanol absoluto (solução 1). Pipetou-se 1 mL da solução 1 para outro balão de 10 mL e completou-se o volume com etanol (solução 2). A partir da solução 2, foram realizadas diluições em tubos de ensaio, para a construção da curva. Em outro tubo foi adicionado 0,5 mL de cada uma das concentrações da solução 2, 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu 10 % e 2 mL de solução de carbonato de sódio 4 %. Agitou-se o tubo e aguardou-se 60 minutos em ambiente escuro. A leitura foi então realizada à 750 nm.

Antocianinas monoméricas

Para a preparação do extrato na determinação da quantidade de antocianinas foi adicionando em tubos para centrifuga 2 g da amostra e 18 mL de metanol acidificado centrifugou por 15 minutos a 13.0000 rpm a 4 °C, o sobrenadante foi transferido para um recipiente âmbar e mantido sobre refrigeração. Para a quantificação pipetou-se 1,5 mL dos extratos em frascos âmbar e adicionado 2,5 mL do tampão acetato (pH 4,5) esperou 30 minutos no escuro e realizou a leitura em espectrofotômetro (Marca BEL photonics, modelo SP 2000UV, Piracicaba/Brasil) em dois comprimentos de onda para cada amostra (510 nm e 700 nm), repetiu-se o mesmo procedimento com tampão fosfato (pH 1,0), onde a leitura das amostras no comprimento de onde de 510 nm precisa estar entre 01 e 1,2 (GIUST E WROLSTAD, 2003). Para medir a absorbância das duas soluções foi realizado o cálculo de acordo com a equação 3:

$$\text{Absorbância} = A = ((A_{510\text{nm pH } 1}) - (A_{700\text{nm pH } 1})) - ((A_{510\text{nm pH } 4.5}) - (A_{700\text{nm pH } 4.5})) \quad (\text{Equação 3})$$

Determinação do Índice de Atividade Antioxidante (IA_{tA})

Para a medida da atividade antioxidante foi utilizada a metodologia descrita por Scherer et al. (2009) com adaptações, que desenvolveram um método padrão que permite avaliar, por meio de um índice, a capacidade sequestrante de diferentes amostras frente a compostos radicais, obtendo dessa forma uma comparação direta. Foram pesados 2 g de cada amostra em béquer de 100 mL e adicionou 40 mL de metanol 50 %, homogeneizou e deixou em repouso por 60 minutos á temperatura

ambiente. Centrifugou-se a 15.000 rpm durante 15 minutos, transferiu-se o sobrenadante para um balão volumétrico de 100 mL. Em seguida adicionou 40 mL de acetona 70 %, homogeneizou-se e deixou-se em repouso por 60 minutos á temperatura ambiente, centrifugou-se novamente durante 15 minutos, transferiu-se o sobrenadante para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante e completou o volume para 100 mL com água destilada. Foram preparados os brancos correspondentes ao ensaio DPPH, aos padrões e às amostras. A solução controle (álcool metílico 50 % e acetona 70 %, na proporção 40:40, volume completado para 100 mL água destilada).

O IAtA foi calculado a partir da absorção da amostra seguindo as equação 4:

$$\text{IAtA\% DPPH} = [(Abs_0 - Abs_A) / Abs_0] \times 100 \quad \text{Equação (4)}$$

Em que:

Abs₀: abs da solução sem amostra ou controle;

Abs_A: abs da solução com amostra.

Microscopia Eletrônica de Varredura

As amostras foram caracterizadas do ponto de vista morfológico por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Onde as amostras foram colocadas sobre uma fita adesiva de carbono do suporte metálico e observadas no microscópio eletrônico de varredura (modelo Jeol, JSM-6610, SP, Brasil). As amostras foram metalizadas com ouro em um metalizador antes da análise de microscópio (DEDAVID, 2017).

Propriedade de pasta (RVA)

As curvas de propriedade de pasta foram obtidas por meio de um viscosímetro (Marca RVA – Perten Instruments, modelo 4500, Hägersten Suécia). Durante a análise a amostra foi submetida a um aquecimento controlado e ciclo de arrefecimento sob cisalhamento constante, de acordo com o método 76-21 da AACC (2000).

Determinação das propriedades térmicas (DSC)

As propriedades térmicas foram obtidas através de um calorímetro exploratório diferencial (marca TA Instruments, modelo Q20 DSC, New Castle, EUA) calibrado

com Índio 99,99 %. O preparo das amostras consistiu em pesar aproximadamente 2 mg da amostra e adicionar cerca de 6 microlitros de água destilada, em cadinhos de alumínio selados. As curvas do DSC foram obtidas pelo aquecimento do cadinho selado de 30 a 100 °C, a uma razão de aquecimento de 5 °C/minuto.

3.5 PRODUÇÕES DAS SOBREMESAS INSTANTÂNEAS

Inicialmente realizou-se pré-testes para determinação dos ingredientes e de suas faixas de variações nas formulações. Para elaboração dos pré-testes de elaboração das sobremesas instantâneas partiu-se de formulações descritas por Iop et al. (1999) e Areas et al. (2009) e adaptada por Guimarães et al. (2014), que possuem como insumos: leite em pó, açúcar, farinha de arroz pré-gelatinizada, goma, saborizador (farinha de amora comercial) e água.

Nos pré-testes, o primeiro insumo a ser ajustado foi à goma. Para tanto foram realizados testes, empregando-se teor fixo de farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG) e diferentes quantidades de goma guar, com a função de avaliar o efeito da concentração deste espessante na dureza do gel. Esta propriedade física foi analisada de maneira sensorial pelos pesquisadores envolvidos, comparando as amostras com um padrão comercial (sobremesa sabor chocolate). A partir das observações feitas no quesito dureza, definiu-se a quantidade de goma a ser utilizada.

Após a definição da quantidade de goma, definiu-se como saborizador a farinha de amora comercial, e a quantidade de açúcar a ser utilizado. Essa definição se deu por motivos diversos, como: evitar o uso de sabores com corantes artificiais; não utilizar sabores ácidos para evitar a desestabilização da emulsão e também evitar sabores residuais (no caso a baunilha).

A seguir, determinou-se as faixas de variação das proporções de FAPG, leite em pó e das farinhas de jambolão ou farinha de palha de milho roxo. Essas faixas foram determinadas por meio de elaboração de diversas formulações, utilizando-se o seguinte protocolo: Pesaram-se os ingredientes (goma guar, farinha de arroz pré-gelatinizada, leite em pó, açúcar e farinha de jambolão ou farinha de palha de milho roxo), tabelas 1 e 2 respectivamente. Em seguida, foram preparadas as formulações em um liquidificador (marca Italex, modelo LQI-02, SP/Brasil) simulando a forma de preparo pelo consumidor, com a adição de água gelada (10 °C). Liquidificou-se até completa

homogeneização dos ingredientes, o que levou cerca de 1 min. Após a homogeneização a mistura foi dividida em quantidades aproximadas de 30 mL, em béqueres com capacidade para 50 mL. Estes foram levados à geladeira a 10 ± 1 °C, por 24 h.

Tabela 1. Faixas estabelecidas para a farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de jambolão (FJAM) no planejamento de misturas para a otimização da produção da sobremesa instantânea.

Componente	Mínimo	Máximo
FAPG	0,5	0,7
LP	0,2	0,4
FJAM	0,05	0,25

Tabela 2. Faixas estabelecidas para a farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de palha de milho roxo (FPMR) no planejamento de misturas para a otimização da produção da sobremesa instantânea.

Componente	Mínimo	Máximo
FAPG	0,5	0,7
LP	0,2	0,4
FPMR	0,05	0,15

Os níveis dos ingredientes foram estabelecidos em testes preliminares. Com isso, a partir das faixas de proporção destes ingredientes determinaram-se os valores empseudocomponentes (X) (Equação 5) de sete formulações diferentes e 2 repetições no ponto central. Para os ingredientes em estudo, geraram-se as Equações 6, 7 e 8. Estes valores foram utilizados para melhorar a visualização dos efeitos das variáveis independentes.

$$X_i = \frac{c_i - a_i}{1 - \sum_{i=1}^q a_i} \quad (\text{Equação 5})$$

No qual,

$$0 \leq a_i \leq c_i;$$

$\sum_{i=1}^q a_i < 1$, ou seja, a soma de todos estes componentes deve ser menor que 1;

$i = 1, 2, 3, \dots, q$;

q = número de componentes da mistura;

x_i = teor do componente, em termos de pseudocomponente;

c_i = proporção real do componente;

a_i = limite mínimo não-nulos da concentração do componente.

Assim, os ingredientes em estudo puderam ser expressos em pseudocomponentes, utilizando a equação 6 para Farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG), equação 7 para o leite em pó (LP) e equação 8 para farinha de jambolão (FJAM) para as sobremesas instantâneas com farinha de jambolão e/ou farinha de palha de milho.

$$X_{\text{FAPG}} = \frac{C_{\text{FAPG}} - 0,5}{1 - 0,75} \quad (\text{Equação 6})$$

$$X_{\text{LP}} = \frac{C_{\text{LP}} - 0,2}{1 - 0,75} \quad (\text{Equação 7})$$

$$X_{\text{FJAM/FPMR}} = \frac{C_{\text{FJAM/FPMR}} - 0,05}{1 - 0,75} \quad (\text{Equação 8})$$

Definidos os pseudocomponentes e as proporções dos ingredientes das formulações do delineamento (Tabelas 3 e 4), determinaram-se também as concentrações reais dos ingredientes nas formulações experimentais (Tabela 5 e 6). Essas concentrações reais foram determinadas multiplicando as proporções encontradas por 63 %. Este valor percentual representa a quantidade de FAPG, LP e FJAM ou FPMR, ingredientes variáveis, uma vez que os insumos fixos, goma guar, açúcar e saborizante, determinados primeiramente, perfazem 2 e 28 e 7 % da formulação, respectivamente.

Tabela 3. Pseudocomponentes e proporções dos ingredientes na mistura ternária de sobremesa com farinha de jambolão, através de planejamento estatístico, sendo que $X_1 + X_2 + X_3 = 100\%$.

Formulações	Pseudocomponentes*			Valores reais (%)		
	FAPG	LP	FJAM	FAPG (X_1)	LP (X_2)	FJAM (X_3)
1V	0,8	0	0,2	0,70	0,20	0,10
4V	0,2	0,8	0	0,55	0,40	0,05
2V	0	0,8	0,2	0,50	0,40	0,10
5V	0,2	0	0,8	0,55	0,20	0,25
6V	0	0,2	0,8	0,50	0,25	0,25
3V	0,8	0,2	0	0,70	0,25	0,05
7c (2)	0,333332	0,333332	0,333332	0,583333	0,283333	0,133333
7c (2)	0,333332	0,333332	0,333332	0,583333	0,283333	0,133333
7c (2)	0,333332	0,333332	0,333332	0,583333	0,283333	0,133333

*Fonte para o delineamento de pseudocomponentes: Statsoft, 2004.

Tabela 4. Pseudocomponentes e proporções dos ingredientes na mistura ternária para sobremesa com farinha de palha de milho roxo, através de planejamento estatístico, sendo que $X_1 + X_2 + X_3 = 100\%$.

Formulações	Pseudocomponentes*			Valores reais (%)		
	FAPG	LP	FPMR	FAPG (X_1)	LP (X_2)	FPMR (X_3)
1V	0,8	0	0,2	0,70	0,20	0,10
6V	0	0,6	0,4	0,50	0,35	0,15
3V	0,8	0,2	0	0,70	0,25	0,05
5V	0,6	0	0,4	0,65	0,20	0,15
4V	0,2	0,8	0	0,55	0,40	0,05
2V	0	0,8	0,2	0,50	0,40	0,10
7c (2)	0,4	0,4	0,2	0,60	0,30	0,10
7c (2)	0,4	0,4	0,2	0,60	0,30	0,10
7c (2)	0,4	0,4	0,2	0,60	0,30	0,10

*Fonte para o delineamento de pseudocomponentes: Statsoft, 2004.

Tabela 5. Massa dos ingredientes nas formulações testadas para as sobremesas com farinha de jambolão.

Em concentrações reais (g)			
Formulações	FAPG (C₁)	LP (C₂)	FJAM (C₃)
1V	44,1	12,6	6,3
4V	34,65	25,2	3,15
2V	31,5	25,2	6,3
5V	34,65	12,6	15,75
6V	31,5	15,75	15,75
3V	44,1	15,75	3,15
7c (2)	36,74	17,84	8,39
7c (2)	36,74	17,84	8,39
7c (2)	36,74	17,84	8,39

Tabela 6. Massa dos ingredientes nas formulações testadas para as sobremesas com farinha de palha de milho roxo.

Em concentrações reais (g)			
Formulações	FAPG (C₁)	LP (C₂)	FPMR (C₃)
7c (2)	40,8	20,4	6,8
7c (2)	40,8	20,4	6,8
7c (2)	40,8	20,4	6,8
1V	47,6	13,6	6,8
6V	34	23,8	10,2
3V	47,6	17	3,4
5V	44,2	13,6	6,8
4V	37,4	27,2	3,4
2V	34	27,2	6,8

3.5.1 Caracterização das formulações de sobremesas instantâneas obtidas nos delineamentos

3.5.1.1 Análise instrumental de textura

Após a preparação das formulações, seguindo o planejamento estatístico, procedeu-se a análise instrumental de textura (perfil de textura). Utilizou-se texturômetro TA.XT (Extralab, *Express Enhanced*, Godalming, UK) e o registro dos resultados foi feito através do *Software Texture Express* (Extralab, *Express Enhanced*, Godalming, UK). Foram utilizadas as condições de operação propostas por Vidigal et al. (2012), padronizadas da seguinte forma: carga de 0,05 N, corpo de prova (probe) cilíndrico de inox P20, com profundidade de penetração de 5 mm, e velocidade de penetração de 2 mm.s^{-1} , com dois ciclos de penetração que caracteriza o teste.

As amostras de sobremesa instantânea, já acondicionadas em copos plásticos de café com capacidade para 50 mL, foram conduzidas para o teste que foi realizado 24 h após o preparo, observando-se a manutenção da temperatura ($10 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Empregaram-se dez repetições por amostra. A partir dos perfis de textura, foram avaliados os parâmetros de dureza (N), coesividade (adimensional), elasticidade (adimensional), adesividade (N.s), e gomosidade (N). Utilizou-se a mesma metodologia para a determinação do perfil textural da amostra comercial.

3.5.1.2 Análise instrumental de cor

Efetuaram-se medidas de cor das amostras experimentais por reflexão em espectrofotômetro Hunter Lab (Color Quest II, Reston, Estados Unidos), usando sistema L^* , a^* , b^* , c^* e H° CIE (*Commission Internationale de L'Eclairage*) (TORREZAN; EIROA; PFENNING, 2000).

3.5.1.3 Análise de sinerese

A sinerese foi determinada com base no método usado por Olson e Aryana (2008). Para isso, 100 g de amostra foram transferidas para um funil de porcelana contendo tela plástica e disposto sobre proveta de 100 mL a temperatura de $5 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Depois de duas horas foi mensurado o peso do soro drenado. O resultado foi dado pela equação 9:

$$S = \frac{(P_s - P_v) * 100}{R_i - R_v} \quad \text{(Equação 9)}$$

Onde:

S expressa sinerese;

P_s peso da proveta com soro (g);

P_v peso da proveta vazia (g);

R_i peso do recipiente com a sobremesa (g);

R_v peso do recipiente vazio (g).

3.5.1.4 Análise estatística

Após a execução do experimento e a coleta de dados, foram ajustadas equações polinomiais para cada resposta da textura, cor e sinerese, estimando-se os respectivos coeficientes, através dos modelos canônicos de Scheffe, para três componentes: modelos linear (Equação 10) e quadrático (Equação 11). As variáveis dependentes avaliadas foram os componentes do perfil textural, bem como os parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* , b^* , c^* e H°) e a sinerese.

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 \quad \text{(Equação 10)}$$

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 \quad \text{(Equação 11)}$$

Na qual:

y = variável dependente;

β = coeficiente de regressão para cada componente do modelo;

x_1 = FAPG;

x_2 = LP;

x_3 = FJAM ou FPMR.

Os modelos matemáticos ajustados a cada resposta do ensaio de mistura foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para avaliar o nível de significância, o coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado), e a falta de ajuste. Para a obtenção do planejamento experimental e análise dos dados e construção dos gráficos foi utilizado o programa Statistica versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

3.5.1.5 Teste de desejabilidade

Com os modelos matemáticos obtidos para as características tecnológicas das sobremesas (Perfil textural, cor e sinerese), gerados no planejamento experimental e com o auxílio da função “response desirability profiling”, do programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004), realizou-se o cálculo para escolha da melhor formulação de cada sobremesa tanto a com farinha de jambolão como para a de farinha de palha de milho roxo, com base nas variáveis independentes utilizadas (FAPG, LP e FJAM) e (FAPG, LP e FPMR), obtendo-se como mais desejável para a sobremesa com farinha de jambolão a formulação com maior dureza e gomosidade, baixa sinerese e com coloração mais escura, chegando próximo ao roxo azulado. Para a sobremesa com farinha de palha de milho a formulação com uma intermediária dureza e gomosidade, baixa coesividade e sinerese e cor uma cor roxa intensa obtendo assim a formulação mais desejável.

3.5.1.6 Caracterização da sobremesa instantânea com maior desejabilidade

Procederam-se análises de composição centesimal (umidade, lipídios, proteína, cinzas, fibras e carboidratos), pH, acidez, °brix, atividade de água, índice de absorção em água e óleo, solubilidade em água e óleo, parâmetros instrumentais de cor, análise de compostos fenólicos, antocianinas e antioxidantes das amostras de maior desejabilidade. Os resultados das análises físicas e químicas de todo o experimento foram avaliados por meio de análise de variância e as médias comparadas pelo teste t de *Student* a 5% de probabilidade de erro.

3.5.1.7 Análise microbiológica da amostra de maior desejabilidade

A análise microbiológica da sobremesa instantânea obedeceu aos padrões recomendados pela Resolução nº 12, da ANVISA/MS, de 2001 (BRASIL, 2001). Realizaram-se análises de Coliformes totais, coliformes termotolerantes, bolores e leveduras, como também a pesquisa de presença/ausência de *Salmonella* sp, realizados no laboratório da FANUT/UFG de acordo com as técnicas descritas pela *American Public Health Association* (APHA, 2001).

3.5.1.8 Teste de aceitação da amostra de sobremesa instantânea de maior desejabilidade

Para a análise sensorial foi realizado um teste de aceitabilidade, utilizando escala hedônica de 9 pontos (9 = “gostei extremamente” e 1 = “desgostei extremamente”), onde foram avaliados os atributos: sabor, textura, cor, odor e avaliação global para a sobremesa instantânea, além da intenção de compra entre consumidores habituais. O teste foi realizado com 100 provadores, selecionados e esclarecidos quanto aos procedimentos, foram voluntários não treinados de ambos os gêneros (STONE e SIDEL, 2004).

As amostras foram refrigeradas, devidamente codificadas com algarismos de três dígitos, distintos de cada amostra e distintos para cada provador, foram apresentados aleatoriamente e servidas em copos de plásticos e colher para comer, e acompanhada de um copo de água mineral.

O projeto desta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da UFG sob número de protocolo: CAAE 58165916.7.0000.5083.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Em exploração dos resultados experimentais foi feita quatro repetição em triplicata, totalizando doze unidades experimentais, e os resultados expressos em média e o desvio-padrão das amostras.

REFERÊNCIAS

AACC (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTRY). **Internacional approved methods of analysis**. 10.ed. St. Paul, MN, 2000. Approved November 8.

ALVES, R. W.; SOUZA, A. A. U.; SOUZA, S. M. A. G. U. Extração por agitação mecânica de sementes de urucum (*Bixa orellana* L.), purificação e análise dos extratos por espectrofotometria e HPLC. **Simpósio Brasileiro do Urucum**. João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: Emepa, 2006. CD-Rom.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Enterobacteriaceae, coliforme, and Escherichia coli* as quality and safety indicators. In: DOWNES, F. P., and K. ITO (ed.), *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*, 4^o ed. **American Public Health Association**, Washington, D. C., Chapter 8, v. 4, n. 5, p. 69-82, 2001.

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, E. L. Gelatinization of corn grits by Roll- and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**. Minneapolis, v. 14; n. 1; p.4-12, 1969.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz (Impr.)**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 34-56, 2011.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16th ed. Washington, 1995.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC international**. Food composition, additives, natural contaminants, 18 ed., v.2, Gaithersburg: AOAC International, 2006.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18^a ed. 3^a rev. Washington DC USA, p. 1096, 2010.

AQIL, F.; GUPTA, A.; MUNAGALA, R.; JEYABALAN, J.; KAUSAR, H.; SHARMA, R.; SINGH, I. P. Antioxidant and antiproliferative activities of anthocyanin/ellagitannin-enriched extracts from *Syzygium cumini* L. (Jamun, the Indian Blackberry). **Nutrition and cancer**, Hillsdale, v. 64, n. 3, p. 428-438, 2012.

AREAS, G.; BAIXAULI, R.; SANZ, T.; VARELA, P.; SALVADOR, A. New functional fibre in Milk puddings: Effect of sensory properties and consumers acceptability. **Food Science and Technology**, Reading, v. 42, n. 1, p. 710-716, 2009.

AYYANAR, M.; BABU, P. S. *Syzygiumcumini* (L.)Skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses. **Journal of Tropical Biomedicine**, Asian Pacific, v. 18, n. 3, p. 240-246, 2012.

BEECHER G.R. Overview of Dietary Flavonoids: Nomenclature, Occurrence and Intake. **The Journal of Nutrition**, New Youk, v. 1, n. 1, p. 3248S – 3254S, 2003.

BONA, K.S. D.; BELLÉ, L. P.; SARI, M.H.; THOMÉ, G.; SCHETINGER, M.R. C.; MORSCH, V. M.; BOLIGON, A.; ATHAYDE, M. L.; PIGATTO, A. S.; MORETTO, M.B. *Syzygiumcumini* Extract Decrease Adenosine Deaminase, 'Nucleotidase Activities and Oxidative Damage in Platelets of Diabetic Patients. **Cellular Physiology and Biochemistry**, Basel, v. 1, n. 2, p. 729-738, 2010.

BRASIL. Agência nacional de vigilância sanitária. **Resolução CNNPA nº12, de 1977**. A Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, em conformidade com o artigo nº 64, do Decreto-lei nº 986, de 21 de outubro de 1969 e de acordo com o que foi estabelecido na 410ª. Brasília, DF: ANVISA, disponível: http://www.anvisa.gov.br/anvisalegis/resol/12_78.pdf. Acesso em: 6 junho 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Resolução n. 44, 1977**. Estabelece condições gerais de elaboração, classificação, apresentação, designação, composição e fatores essenciais de qualidade dos corantes empregados na produção de alimentos e bebidas e revoga as Resoluções 20/70 e 8/72. (Ementa elaborada pelo CD/MS). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 fev. 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/44_77.htm>. Acesso em: 09 Abril 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução **RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <<http://www.e-legis.bvs.br>>. Acesso em: 21 set. 2016.

BORGES, K.C. Estudo das características físico-químicas e funcionalidade de bagaços de frutas tropicais desidratados em leite de jorro. **UFRN**, Rio Grande do Norte, v. 16, n. 1, p. 120-135, 2011.

CAVALCANTI, N. B. Influência de diferentes substratos na emergência e crescimento de plântulas de jambolão (*Syzygium jambolanum* Lam.). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 241-251, 2010.

CASTAÑEDA-OVANDO, A.; HERMÁNDEZ-PACHECO, M. L.; PÁEZ-HERMÁNDEZ, E.; RODRÍGUEZ, J. A.; GALÁN-VIDAL, C. A. Chemical studies of anthocyanins: A review. **Food Chemistry**, Barking, v. 113, n. 4, p. 859–871, 2009.

CELESTINO, S. M. C. *Princípios de secagem de alimentos*. Planaltina (DF): Embrapa Cerrados, 2010.

CEREDA, M. P.; CATÂNEO, A. Avaliação de parâmetros de qualidade da fécula fermentada de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Bahia, v. 5, n. 2, p. 55-62, 1986.

CIPRIANO, P. A.; EKICI, L.; BARNES, R. C.; GOMES, C.; TALCOTT, S. T. Pre-heating and polyphenol oxidase inhibition impact on extraction of purple sweet potato anthocyanins. **Food Chemistry**. Barking, v. 1, n. 180, p.227-234, 2015.

CIURZYNSKA, A.; LENART, A. Freeze-drying – Application in food processing and biotechnology – A review. **Polish Journal of Food Nutrition and Science**, Olsztyn, v. 61, n. 3, p. 165-171, 2011.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de alimentos de Fennema**. In: _____. 4ª ed. Porto Alegre: Curitiba, Artmed, 2010. cap. 3, p. 900.

DEDAVID, B. A.; GOMES, C. I.; MACHADO, G. Microscopia eletrônica de varredura - Aplicações e preparação de amostras - Materiais Poliméricos, metálicos e semicondutores. Disponível em : Acesso em: 15/01/2017.

EMBRAPA. Metodologia de Caracterização Morfológica de Palha de Milho Baseada em Microscopia Ótica e Eletrônica. ISSN 1518-7179. São Carlos: **Embrapa Instrumentação Agropecuária**, v. 3, n. 14, p. 12, 2008.

FALCÃO A.P.; CHAVES, E.S.; KUSKOSKI E.M.; FETT, R.; FALCÃO, D.L.; BORDIGNON-LUIZ, T. Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geleia de uvas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 637-642, 2007.

FARIA, A. F.; MARQUES, M. C.; MERCADANTE, A. Identification of bioactive compounds from jambolão (*Syzygium cumini*) and antioxidante capacity evaluation in diferente pH conditions. **Food Chemistry**, Barking, v. 126, n. 1, p. 1571–1578, 2011.

FERNÁNDEZ F. N. Estudios de la extracción y pre-purificación de antocianinas de maíz morado (*Zea mays L.*). **Ciencia e Investigación**, Buenos Aires, v. 12, n. 2, p. 64-74, 2009.

FRANCO, C. F. O.; SILVA, F. C. P.; CAZÉ FILHO, J.; BARREIRO NETO, M.; SÃO JOSÉ, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; FONTINÉLLI, I. S. C. **Urucuzeiro: Agronegócio de Corantes naturais**. 1º ed., Emepa, P.B., João Pessoa, 2002, 120 p.

GOMES, L. M. M. **Inclusão de Carotenoides de Pimentão Vermelho em Ciclodextrinas e Avaliação da Sua Estabilidade, Visando Aplicação Em Alimentos**. 2012. 108 p. Dissertação (Mestre em Ciências Aplicadas), Faculdade de Farmácia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

GIUSTI, M. T. F.; WROLSTAD, R. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems: Review, **Biochemical Engineering Journal**, Amsterdam, v. 14, n. 3, p. 217-225, 2003.

GUIMARÃES, F. I. T.; CALIARI, M.; SOARES JUNIOR, M. S. instrumental analysis of texture, color and acceptance of instant dessert formulated with broken-rice grains. **Food Science and Technology**, Reading, v. 20, n. 4, p. 785-792, 2014.

IVANOVIC, V.; TADIC, S.; DIMITRIJEVIC, M.; STAMENIC, S.; PETROVIC, I.; ZIZOVIC, G. Antioxidant properties of the anthocyanin-containing ultrasonic extract from blackberry cultivar “Čačanska Bestrna”. **Industrial Crops and Products**, Sófia, v. 53, n. 1, p. 274–281, 2014.

IOP, S. C. F.; SILVA, R. S. F.; BELEIA, A. P. Formulation and evaluation of dry dessert mix containing sweetener combinations using mixture response methodology. **Food Chemistry**, Barking, v. 66, p. 167-171, 1999.

JING, P. JOSHUA, A. B.; STEVEN, J. S.; JIAN, H.; BERNADENE, A. M.; AND, M. M. G. Structure–Function Relationships of Anthocyanins from Various Anthocyanin-Rich Extracts on the Inhibition of Colon Cancer Cell Growth, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.56, n. 20, p. 9391-9398, 2008.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of Drying Temperature on the Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape

PomacePeels. **Journal of agricultural and food chemistry**, Washington, DC, USA, v. 45, n. 4, p. 1390–1393, 1997.

LI, L. S.; ADAMS, S.; CHEN, C.; KILLIAN, A.; AHMED, N. P. *Eugenia jambolana* Lam. berry extract inhibits growth and induces apoptosis of human breast cancer but not non-tumorigenic breast cells. **Journal Agriculture Food Chemister**, Washington, v. 57, n. 01, p. 826–831, 2009.

LEVY, L. W.; RIVADENEIRA, D. M. Annatto. In: LAURO, G. J.; FRANCIS, F. J. **Natural food colorants – science and techonology. IFT Basic Smposium Sereis, Marcel Dekker, Inc.**, 2000, Cap. 6, p. 115-152.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira Agro ciência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 291-297, 2016.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Composição centesimal, potencial antioxidante e perfil dos ácidos graxos de sementes de jabolão (*Syzygium cumini*). **Revista Ciência Agrônômica**, Ceára, v. 40, n. 3, p. 219-223, 2009.

MARANA, J. P.; PRIYA, B.; NIVETHA, C. V. Optimization of ultrasound-assisted extraction of natural pigments from *Bougainvillea glabra* flowers. **Industrial Crops and Products**, Sória, v. 13, n. 1, p. 2345-2467, 2014.

MARÇO, P.H.; POPPI, R.J. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 5, p. 1218-1223, 2008.

MENDONÇA, T. A.; Technological forecasting of the use in process of microalgae extraction of carotenoids aimed for supplies in nutrition and feed, **Revista Geintec**, São Cristóvão, v. 3, n. 5, p. 193-204, 2013.

NILE, S. H.; PARK, S.W. Edible berries: bioactive componentes and their effect on human health. **Journal of Nutrition**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 134–144, 2014.

NUNES, M. C.; MURATA, L. T. F.; ALCÂNTARA, M. R. S.; GERMANO, M. I. S.; GERMANO, P. M. L. Avaliação das sobremesas lácteas: características que podem comprometer a garantia de qualidade. **Revista Higiene Alimentar**, Mirandópolis, v. 12, n. 58, p. 41-48, 1998.

OANCEAA, S.; STOIAB, M.; COMAN, D. Effects of extraction conditions on bioactive anthocyanin content of *Vaccinium corymbosum* in the perspective of food applications. **Procedia Engineering**, Prague, v. 2, n. 42, p. 489-495, 2012.

OIKONOMOPOULOU, V. P.; KROKODA, M. K.; KARATHANOS, V. T. The influence of freeze drying conditions on microstructural changes of food products. **Procedia Food Science**, Sri Lanka, v. 1, n. 1, p. 647-654, 2011.

OLIVEIRA, L. C.; SOUZA, S. O.; MEMEDE, ME. O. Evaluation of physicochemical and colorimetric characteristics of fine wines from two main vineyards regions of Brazil. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 158, 2011.

OLIVEIRA, G. S. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.10, p.1059–1064, 2014.

OLSON, D. W.; ARYANA, K. J. An excessively high *Lactobacillus* inoculation level in yogurt lowers product quality during storage. **Food Science and Technology**, Reading, v.41, n. 4, p.911-918, 2008.

OREN-SHAMIR, M. Does anthocyanin degradation play a significant role in determining pigment concentration in plants, **Plant Science**, Azerbaijan, v.177, n. 2, p.310-316, 2009.

PEDRESCHI R.; CISNEROS-ZEVALLOS L., Antimutagenic and antioxidant properties of phenolic fractions from andean purple corn (*Zea mays L.*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, n. 2, p. 4557-4567, 2006.

PEÑA, L. M. R. **Estudo da instantaneização de misturas contendo cacau em pó por aglomeração com jato de vapor**, 2003. 259 p. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

PRENTICE-HERNANDEZ, C.; RUSIG, O. Extrato de urucum (*Bixa orellana L.*) obtido utilizando álcool etílico como solvente. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.35, n.1, p. 63-64, 1992.

PRIOR, R. L.; WU, X. Anthocyanins: Structural characteristics that result in unique metabolic and biological activities. **Free Radical Research**, Birmingham, v.40, n. 2, p. 1014-1028, 2006.

PROSKY, L., ASP, NG., SCHWEIZER, TF., DEVRIES, JW., FURDA, I. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory study. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Washington, v. 12, n. 1, p. 1017-1024, 1988.

RODRIGUEZ-SAONA L. E.; WROLSTAD, R. E. Extraction, anthocyanins isolation and purification of anthocyanins. **Food Analytical Chemistry**, Spain, v. 33, n. 2, p. 345, 2001.

RODRIGUES, K.A.F., AMORIM, L. V., DIAS, C .N., MORAES, D. F. C., CARNEIRO, S. M. P., CARVALHO, F. A .A. *Syzygium cumini*(L.) Skeels essential oil and its major constituent α -pinene exhibit anti-leishmania activity through immunomodulation in vitro. *Journal of Ethnopharmacology*, Limerick, v. 1, n. 160, p. 32–40. 2015.

SÁ, A. P. C. S. Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de Jamelão (*Syzygium cumini* L. Skeels). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 45, n. 1, p. 88, 2008.

SANDHAR, H.K., KUMAR, B., PRASHER, S., TIWARI, P., SALHAN, M., SHARMA, P.A Review of Phytochemistry and Pharmacology of Flavonoids. **International e Pharmaceutica Scientia**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 25 – 41, 2011.

SCHUMANN, S. P. A; POLÔNIO, M. L. T, GONÇALVES, E. C. B. A. Avaliação do consumo de corantes artificiais por lactentes, pré-escolares e escolares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 534-539, 2008.

SCHUBERT, H. Instantatization of powdered food products. **International Chemical Engineering**. New York, v.33, n.1, p.27-45, 1993.

SWAMI, S. B.; THAKOR, N. S. J.; PATIL, M. M.; HALDANKAR, P. M. Jamun (*Syzygium cumini* (L.)): A Review of Its Food and Medicinal Uses. **Food and Nutrition Sciences**, London, v. 3, n. 1, p. 1100-1117, 2012.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M. C. T.; GODOY, H.T. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira Pl. Medicina**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 442-449, 2009.

SILVA, E. M.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, D. P. R.; TAKEITI, C. Y.; CARVALHO, J. L. R.; NUTTI, M. R.; MOURA, L. S. M. Efeito da umidade e adição de feijão nas propriedades de pasta de extrudados a base de milho utilizados para a elaboração de sopas. In: **Simpósio Internacional de Extrusão de Alimentos**, 2010. Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 2010, 5 p.

SHIMAMOTO, G. G., ROSSI, A. V. Antocianinas e gelo seco para visualizar equilíbrios ácido/base numa abordagem contextualizada. **Educació Química**, Barcelona, v. 7, n. 3, p.31-36, 2010,

SHIPP, E. M.; ABDEL-AAL. Food applications and physiological effects of anthocyanins as functional food ingredients. **The Open Food Science Journal**, New York, v. 4, n. 1, p. 7–22, 2010.

SOUSA, P.H.M. ; RAMOS, A.M., MAIA, G.A. BRITO, E.S.; GARRUTI, D.S.; FONSECA, A.V.V.; Adição de extratos de *Ginkgobiloba* e *Panaxginsengem* néctares mistos de frutas tropicais. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.2, p.463 – 470, 2010.

SOUZA, E. C. **Estudo químico e físico-químico dos pigmentos do urucum (*Bixaorellana*) utilizando metodologia simplificada**. 2000. 45 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos), Lavras-MG, Universidade Federal de Lavras, (UFLA). 2000.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of animal science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

STATSOFT. **STATISTICA 7.0 for Windows** – Computer program manual. Tulsa: Statsoft, Inc., 2004. CD Room.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. 3. ed. New York: Academic Press. 2004. 408 p.

TAPAS, A.R., SAKARKAR, D.M., KAKDE, R.B. Flavonoids as Nutraceuticals: A Review. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, Nigeria, v. 7, n. 3, p. 1089 – 1099, 2008.

TAVARES, E.S. LAGO-VANZELA, L.P.G. REBELLO, A.F. RAMOS, S. GÓMEZ-ALONSO, E. GARCÍA-ROMERO, R. DA-SILVA, I. HERMOSÍN-GUTIÉRREZ. Comprehensive study of the phenolic composition of the edible parts of jambolan fruit (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). **Food Research International**, Essex, v. 82, n. 1, p. 1–13, 2016.

TÁRREGA, A.; COSTELL, E. Colour and consistency of semi-solid desserts: Instrumental and sensory measurements. **Journal of Food Engineering**, London, v. 78, n. 1, p. 655-661, 2007.

TORREZAN, R.; EIROA, M. N. U.; PFENNING, L. Identificação de microrganismos isolados em frutas, polpas e ambiente industrial. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 18, n. 1, p. 27-38, 2000.

TEIXEIRA, L.N., STRINGHETA, P.C.; OLIVEIRA, F.A. Comparação de Métodos para Quantificação de Antocianinas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 4, p. 297-304, 2008.

VELOSO, L. A. **Corantes e Pigmentos - Dossiê Técnico**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Instituto de Tecnologia do Paraná, 2012.

VERÍSSIMO, A. S.; OLIVEIRA, E. L.; LADCHUMANANANDASIVAM, R.; AQUINO, M. S.; OLIVEIRA, M. E. Aproveitamento do corante natural (Bixaorellana) no tingimento de fibra celulósica. **Tecnologia & Ciências Agropecuária**, Paraíba, v. 2, n. 1, p.35-39, 2008.

VERBEKEN, D.; BAEL, K.; THAS, O.; DEWETTINCK, K. Interactions between k-carrageenan, milk proteins and modified starch in sterilized dairy desserts. **International Dairy Journal**, Barking, v. 16, n. 01, p.482-488, 2006.

VISSOTTO, F. Z.; MONTENEGRO, F. M.; SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, S. J. R. Avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 666-671, 2006.

VIZZOTO, M.; FETTER, M. R. (2009). **Jambolão: o poderoso antioxidante**. Embrapa. Disponível em: <www.cpact.embrapa.br/imprensa/artigos/2009/jambolao_Marcia.pdf> Acessado em: 05 de outubro de 2016.

VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R.; RAMOS, A. M.; CERESINO, E. B.; DINIZ, M. D. M. S.; CAMILLOTO, G. P. Effect of whey protein concentrate on texture of fat-free desserts: sensory and instrumental measurements, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 412-418, 2012.

WICKLUND, T.; HANS, J.; ROSENFELD, B. K.; MARTINSEN, M. W.; SUNDFOR, P. L.; TOR BRUNN, R. B.; HAFFNER, K. Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. **LWT – Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 38, n. 4, p. 387-391, 2009.

Os resultados estão apresentados na forma de quatro artigos científicos:

CAPÍTULO II - Desenvolvimento de sobremesa instantânea com farinha de jambolão liofilizada

CAPÍTULO III - Utilização da farinha da palha de milho roxo na produção de sobremesa instantânea

CAPÍTULO IV - Produção de corante natural extraído de jambolão

CAPÍTULO V - Produção de corante natural extraído de palha de milho roxo

CAPÍTULO II - DESENVOLVIMENTO DE SOBREMESA INSTANTÂNEA COM FARINHA DE JAMBOLÃO LIOFILIZADA

RESUMO

O consumo regular de frutas tem proporcionado efeitos benéficos para a manutenção da saúde e prevenção de doenças, devido principalmente à presença de compostos fenólicos relacionados com sua atividade antioxidante. O Jambolão é um fruto pouco explorado comercialmente e conhecido pela sua quantidade de compostos bioativos. Uma alternativa para a exploração desse fruto é o processamento da sua polpa em farinha pelo processo de secagem por liofilização, para posterior utilização na produção de sobremesas instantâneas. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo produzir farinha liofilizada de jambolão, e caracterizar essa quanto à composição proximal, características físicas e químicas, compostos bioativos e microscopia eletrônica de varredura. Além de elaborar sobremesas instantâneas com diferentes proporções de farinha pré gelatinizada de arroz, leite em pó e farinha de jambolão, selecionar a melhor formulação, considerando as características químicas e físicas de diferentes formulações testadas e avaliar a qualidade química, física, microbiológica e sensorial da sobremesa selecionada. Sete formulações foram estabelecidas pelo delineamento de misturas para seleção da melhor formulação utilizando a análise do perfil textural, das coordenadas de cor e de sinerese. As respostas foram conjuntamente otimizadas usando uma função multi resposta para determinação da sobremesa experimental de maior desejabilidade. A formulação de sobremesa selecionada foi a com 35,99g de farinha pré gelatinizada de arroz, 12,6g de leite em pó e 14,41g de farinha de jambolão liofilizada. Os resultados da avaliação sensorial indicaram que 45% dos provadores possivelmente comprariam a sobremesa instantânea, além de uma aceitação global de 65% com notas variando entre 6 e 9 da escala hedônica. Conclui-se que é possível a produção de uma farinha de jambolão liofilizada rica em antioxidantes e com potencial tecnológico para elaboração de sobremesas instantâneas.

Palavra-Chave: *Syzygium cumini* L.,delineamento de mistura, compostos bioativos, novo produto.

ABSTRACT

Regular consumption of fruits has provided beneficial effects for health maintenance and disease prevention, mainly due to the presence of phenolic compounds related to its antioxidant activity. Jambolão is a fruit little explored commercially and known for its amount of bioactive compounds. An alternative to the exploitation of this fruit is the processing of its pulp into flour by the process of drying by freeze drying, for later use in the production of instant desserts. Therefore, the present work had as objective to produce lyophilized flour of jambolão, and to characterize this flour as to the proximal composition, physical and chemical characteristics, bioactive compounds and scanning electron microscopy. In addition to preparing instant desserts with different proportions of pregelatinized rice flour, powdered milk and jambolan flour, select the best formulation considering the chemical and physical characteristics of different formulations tested and evaluate the chemical, physical, microbiological and sensorial quality of the Selected dessert. Seven formulations were established by the design of mixtures to select the best formulation using the analysis of the textural profile, the color coordinates and the syneresis. The responses were jointly optimized using a multi-response function to determine the most desirable experimental dessert. The selected dessert formulation consisted of 35.99 g of pregelatinized rice flour, 12.6 g of powdered milk and 14.41 g of lyophilized jambolan flour. Sensory evaluation results indicated that 45% of tasters were likely to buy instant dessert, in addition to an overall acceptance of 65% with grades ranging from 6 to 9 on the hedonic scale. It is concluded that it is possible to produce a lyophilized jambolan flour rich in antioxidants and with technological potential for the production of instant desserts.

Keywords: *Syzygium cumini* L., mix design, bioactive compounds, new product.

1 INTRODUÇÃO

Pesquisas estão sendo desenvolvidas visando identificar o consumo de novos compostos bioativos e o estabelecimento de bases científicas para a constatação de propriedades funcionais dos alimentos (SEOLIN et al., 2013). A busca permanente da indústria por inovações têm gerado a criação de novos produtos, com os avanços dos conhecimentos sobre a relação entre alimentação e saúde, as preocupações pretendem ir além do conhecido papel nutricional dos alimentos (SALES et al., 2008). Com isso, muitas pesquisas relatam que as frutas além de possuir componentes importantes para a saúde também são fontes de compostos bioativos diretamente associados à prevenção de doenças (FALLER; FIALLO, 2009).

Em meio a inúmeras frutas ricas em compostos bioativos, o jambolão é adquirido de uma árvore pertencente à família *Myrtacea*, botanicamente classificada como *Eugenia jambolona*, e, em seguida, reclassificada, como *Syzygium cumini*. Esta difundida em quase todo o Brasil, principalmente em regiões de clima quente e úmido. A fruta é pequena e ovóide, quando completamente madura se torna roxa escura e sua pele é fina, brilhante e aderente. A polpa é carnosa e envolve um caroço único e grande e também contém uma coloração roxa. Seu sabor é um pouco adstringente mais agradável ao paladar (AYYANAR; SUBASH-BABU, 2012; RODRIGUES et al., 2015;).

O fruto contém forte potencial antioxidante, é uma fonte de compostos fenólicos, tais como flavonoides e ácidos fenólicos (BALIGA et al., 2011). Apresentam taninos hidrolisados e antocianinas que são responsáveis pelo pigmento da fruta, o consumo desses frutos ricos em antocianinas é uma estratégia para prevenir doenças cardiovasculares, câncer e doenças neuro degenerativas (OLIVEIRA et al., 2012).

Em tempos atuais tem-se observado uma enorme preocupação da população em ingerir alimentos saudáveis, que proporcionam o bem-estar físico e ajudam na redução do risco de doenças (VASCONCELOS, 2013). Dentre esses alimentos estão incluídos aqueles contendo compostos naturais, devido aos seus efeitos nutricionais e terapêuticos, principalmente pela sua ação antioxidante. Os estudos indicam que a ingestão de alimentos com ação antioxidante produz uma ação efetiva contra processos oxidativos naturais do organismo (NOVAES, 2013).

O consumo de sobremesas instantâneas tem se tornado mais comum em todo mundo. As novas tecnologias aplicadas nas indústrias de alimentos e os ingredientes inovadores têm proporcionado novas alternativas, permitindo a produção de sobremesas com novos sabores, maior digestibilidade e maior valor nutricional. Um produto instantâneo na maioria das vezes se apresenta como uma mistura em pó, e é caracterizado por ser de rápido preparo quando imerso em um líquido (água ou leite). Estes se destacam por sua versatilidade no manuseio, armazenamento, processo de fabricação, estabilidade química e microbiológica, entre outras (HENRIQUE et al., 2012).

O processo de liofilização tem como grande vantagem a manutenção de compostos que se perdem durante os processos convencionais de secagem que utilizam a temperatura para a extração da água (AZEVEDO et al., 2014).

A utilização do fruto de jabolão para a produção de farinha liofilizada pode ser uma alternativa para melhor aproveitamento de um fruto com reconhecida riqueza de compostos bioativos que atualmente ainda é pouco utilizado em alimentos processados.

Diante do exposto, esse trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de farinha liofilizada a base de polpa de jabolão, sua caracterização química e física, bem como a sua utilização no desenvolvimento de sobremesas instantâneas com qualidade química, física, microbiológica e sensorial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As matérias-primas utilizadas na elaboração da sobremesa instantânea foram adquiridas em supermercado local na cidade de Goiânia-Go, o açúcar de confeitiro (Marca União), saborizante farinha de amora (Marca NutriGold), leite em pó (Italac). A goma guar foi doação da empresa FEGO localizada na cidade de Goiânia-GO.

Para obtenção da farinha de arroz pré-gelatinizada, utilizaram-se grãos quebrados de arroz adquiridos da indústria Cristal Alimentos, localizada na cidade de Goiânia-GO. Os grãos quebrados de arroz foram extrusados em extrusora termoplástica (Imbramaq, PQ30, Ribeirão Preto, Brasil) de rosca única com taxa de compressão da rosca de 3:1, taxa de alimentação de 350 g min⁻¹, abertura da matriz circular de 4 mm de diâmetro, temperatura na primeira, segunda e terceira zona de aquecimento do extrusor de 40 °C, 60 °C e 90 °C, respectivamente e rotação da rosca a 250 rpm.

2.1 OBTENÇÃO DA FARINHA DE JAMBOLÃO

Os frutos foram colhidos diretamente da árvore de jambolão, no seu estágio de maturação próprio para o consumo, no período de Janeiro a Maio (2016), originárias da cidade de Goiânia-GO. A coleta dos frutos foi realizada manualmente, sem deixar que os mesmos caíssem ao chão. Foram desprezados os frutos que continham rachaduras ou estivessem danificados por insetos ou pássaros. Após a coleta os frutos foram acondicionados em contentores de plástico (previamente higienizados) para evitar injúrias mecânicas e transportados ao laboratório de processamento de vegetais da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. Antes do processamento foram selecionados, lavados em água corrente, sanitizados com hipoclorito de sódio de 100 ppm por 10 minutos, enxaguados em água corrente e secos a 18 °C. Após a aquisição e preparo da matéria-prima, amostras foram despulpadas em despulpadora industrial (Bonina 0.25 df, Itabuna (BA), Brasil) e armazenadas para em seguida ser realizado o procedimento de secagem por liofilização.

A produção da farinha de jambolão foi realizada utilizando um liofilizador (Marca Liobras indústria de liofilização Ltda, modelo P 820, SP/Brasil), segundo a metodologia proposta por Liaotrakoon (2012).

Na caracterização da matéria prima utilizou-se, para determinação do teor de umidade e lipídeos totais das amostras, a metodologia nº 932.12 proposta por AOAC (2006). A proteína bruta foi determinada pelo método de Kjeldahl, e a determinação da quantidade de nitrogênio por titulação do excesso de ácido sulfúrico com hidróxido de sódio 0,1M, conforme procedimento da AOAC (1995). A determinação do teor de fibra alimentar total foi realizada tendo por base o método AOAC 985.29 (2006) (enzimático-gravimétrico). O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado utilizando o método oficial 940.26 da AOAC (2006). O teor de carboidratos foi calculado pelo método de diferença, subtraindo-se de cem os valores de umidade, extrato etéreo, proteína, fibra e cinzas (SNIFFEN et al.,1992). Acidez titulável, pH, sólidos solúveis determinado segundo a AOAC (2010). Parâmetros Colorimétricos: a cor das amostras foi determinada utilizando colorímetro (Branking Meter minolta, BC-10, Ramsey, USA), de acordo com Oliveira (2012). Os índices de absorção em água, solubilidade e absorção em óleo foram determinados segundo metodologia descrita por Anderson et

al. (1969). Para a determinação da atividade de água (A_w), utilizou-se um medidor (AquaLab, CX-2, Washington, EUA). A granulometria foi determinada de acordo com Cereda e Catâneo (1986). Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método proposto por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997) e as antocianinas monoméricas por Giust e Wrolstad, (2003). Para a medida da atividade antioxidante foi utilizada a metodologia descrita por Scherer et al., (2009). As amostras foram caracterizadas do ponto de vista morfológico por microscopia eletrônica de varredura (MEV) pela metodologia proposta por Kestemnbach (1994).

2.2 ELABORAÇÃO DAS SOBREMESAS INSTANTÂNEAS

Inicialmente realizou-se pré-testes para determinação dos ingredientes e de suas faixas de variações nas formulações. Para elaboração dos pré-testes de elaboração das sobremesas instantâneas partiu-se de formulações descritas por Iop et al. (1999) e Areas et al. (2009) e adaptada por Guimarães (2014), que possuem como insumos: leite em pó, açúcar, farinha de arroz pré-gelatinizada, goma, saborizador e água.

Nos pré-testes, o primeiro insumo a ser ajustado foi à goma. Para tanto foram realizados testes, empregando-se teor fixo de farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG) e diferentes quantidades de goma guar, com a função de avaliar o efeito da concentração deste espessante na dureza do gel. Esta propriedade física foi analisada de maneira sensorial pelos pesquisadores envolvidos, comparando as amostras com um padrão comercial (sobremesa sabor chocolate). A partir das observações feitas no quesito dureza, definiu-se a quantidade de goma a ser utilizada.

Após a definição da quantidade de goma, definiu-se como saborizador a farinha de amora, e a quantidade de açúcar a ser utilizado. Essa definição se deu por motivos diversos, como: evitar o uso de sabores com corantes artificiais; não utilizar sabores ácidos para evitar a desestabilização da emulsão e também evitar sabores residuais (no caso a baunilha).

A seguir, determinou-se as faixas de variação das proporções de farinha pré-gelatinizada de arroz (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de jambolão (FJAM). Essas faixas foram determinadas por meio de elaboração de diversas formulações, utilizando-se o seguinte protocolo: Pesaram-se os ingredientes fixos da formulação, sendo 7 g de

goma guar, 28 g de açúcar, 2 g de saborizante de farinha de amora além dos ingredientes FAGP, LP e FJAM, que variaram conforme Tabela 1. Em seguida, foram preparadas as formulações em um liquidificador (marca Italex, modelo LQI-02, SP/Brasil) simulando a forma de preparo pelo consumidor, com a adição de água gelada (10°C). Liquidificou-se até completa homogeneização dos ingredientes, o que levou cerca de 1 min. Após a homogeneização a mistura foi dividida em quantidades aproximadas de 30 mL, em béqueres com capacidade para 50 mL. Estes foram levados à geladeira a 10 ± 1 °C, por 24 h.

Tabela 1. Faixas em porcentagens utilizadas dos componentes para a farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de jambolão (FJAM) no planejamento de misturas para a otimização da melhor formulação de sobremesa instantânea.

Componente	Mínimo	Máximo
FAPG %	0,5	0,7
LP %	0,2	0,4
FJAM %	0,05	0,25

A partir das faixas dos ingredientes variáveis determinaram-se os valores em pseudocomponentes (X) (Equação 1) das sete diferentes formulações além das 2 repetições no ponto central. Para os ingredientes em estudo, geraram-se as Equações 2, 3 e 4. Estes valores foram utilizados para melhorar a visualização dos efeitos das variáveis independentes.

$$X_i = \frac{c_i - a_i}{1 - \sum_{i=1}^q a_i} \quad (\text{Equação 1})$$

No qual,

$$0 \leq a_i \leq c_i;$$

$\sum_{i=1}^q a_i < 1$, ou seja, a soma de todos estes componentes deve ser menor que 1;

$i = 1, 2, 3, \dots, q$;

q = número de componentes da mistura;

x_i = teor do componente, em termos de pseudocomponente;

c_i = proporção real do componente;

a_i = limite mínimo não-nulos da concentração do componente.

Foram expressos em pseudocomponentes, utilizando a equação 2 para FAPG, equação 3 para LP e equação 4 para FJAM para a sobremesas instantâneas com farinha de jambolão.

$$X_{FAPG} = \frac{C_{FAPG} - 0,5}{1 - 0,75} \quad (\text{Equação 2})$$

$$X_{LP} = \frac{C_{LP} - 0,2}{1 - 0,75} \quad (\text{Equação 3})$$

$$X_{FJAM} = \frac{C_{FJAM} - 0,05}{1 - 0,75} \quad (\text{Equação 4})$$

No qual,

X = teor do componente, em termos de pseudocomponente;

C = proporção real do componente.

Posterior à definição dos valores em pseudocomponentes e das proporções dos ingredientes das formulações do delineamento (Tabela 2), determinaram-se as concentrações reais dos ingredientes (Tabela 3). Essas concentrações reais foram determinadas multiplicando as proporções encontradas por 63 %. Este valor percentual representa a quantidade de FAPG, LP e FJAM os ditos ingredientes variáveis, uma vez que os insumos fixos, goma guar, açúcar e sabor, determinados primeiramente, perfazem 2, 28 e 7 % das formulações, respectivamente.

Tabela 2. Pseudocomponentes e proporções dos ingredientes na mistura ternária de sobremesa com farinha de jambolão, através de planejamento estatístico, sendo que $X_1 + X_2 + X_3$ ou 100 %.

Formulações	Pseudocomponentes*			Em proporções		
	FAPG	LP	FJAM	FAPG (X ₁)	LP (X ₂)	FJAM (X ₃)
1V	0,8	0	0,2	0,70	0,20	0,10
4V	0,2	0,8	0	0,55	0,40	0,05
2V	0	0,8	0,2	0,50	0,40	0,10
5V	0,2	0	0,8	0,55	0,20	0,25
6V	0	0,2	0,8	0,50	0,25	0,25
3V	0,8	0,2	0	0,70	0,25	0,05
7c (1)	0,333332	0,333332	0,333332	0,583333	0,283333	0,133333
7c (2)	0,333332	0,333332	0,333332	0,583333	0,283333	0,133333
7c (3)	0,333332	0,333332	0,333332	0,583333	0,283333	0,133333

*Fonte para o delineamento de pseudocomponentes: Statsoft, 2004.

Tabela 3. Concentrações reais dos ingredientes nas formulações testadas para as sobremesas com farinha de jambolão.

Formulações	Em concentrações reais (g)		
	FAPG (C ₁)	LP (C ₂)	FJAM (C ₃)
1V	44,1	12,6	6,3
4V	34,65	25,2	3,15
2V	31,5	25,2	6,3
5V	34,65	12,6	15,75
6V	31,5	15,75	15,75
3V	44,1	15,75	3,15
7c (1)	36,74	17,84	8,39
7c (2)	36,74	17,84	8,39
7c (3)	36,74	17,84	8,39

Após a elaboração das formulações, segundo o delineamento proposto, realizou-se as análises de (perfil de textura), parâmetros instrumentais de cor e sinerese. Para determinação do perfil de textura, utilizou-se texturômetro TA.XT (Extralab, *Express Enhanced*, Godalming, UK) e o registro dos resultados foi feito através do *Software*

Texture Express (Extralab, *Express Enhanced*, Godalming, UK). Foram utilizadas as condições de operações propostas por Vidigal (2012), utilizou-se as mesmas condições para a determinação do perfil textural da amostra padrão comercial.

As coordenadas de cor das formulações foram determinadas por reflexão em colorímetro (Branking Meter minolta, BC-10, Ramsey, USA), de acordo com Oliveira (2012). A análise de sinerese foi determinada com base no método usado por Olson e Aryana (2008).

Após a coleta de dados, foram ajustadas equações polinomiais para cada resposta da textura, cor e sinerese, estimando-se os respectivos coeficientes, através dos modelos canônicos de Scheffe, para três componentes: modelos linear (Equação 5) e quadrático (Equação 6). As variáveis dependentes avaliadas foram os componentes do perfil textural, bem como os parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* , b^* , c^* e H°) e a sinerese.

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 \quad (\text{Equação 5})$$

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 \quad (\text{Equação 6})$$

Na qual:

y= variável dependente;

β = coeficiente de regressão para cada componente do modelo;

x_1 = FAPG;

x_2 = LP;

x_3 = FJAM

Os modelos matemáticos ajustados a cada resposta do ensaio de mistura foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para avaliar o nível de significância, o coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado), a falta de ajuste (FA) e o p (probabilidade de significância). Para a obtenção do planejamento experimental, análises dos dados e construção dos gráficos foi utilizado o programa Statistica versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

A partir dos valores obtidos nas análises de textura, cor e sinerese, fizeram-se os ensaios de validação dos modelos, confrontando os resultados esperados com os

observados, utilizando-se duas repetições originais e cinco replicatas para todo o delineamento de textura.

Com os modelos matemáticos obtidos para as características tecnológicas das sobremesas (Perfil textural, cor e sinerese), gerados no planejamento experimental e com o auxílio da função “response desirability profiling”, do programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004), realizou-se o cálculo para escolha da melhor formulação da sobremesa com farinha de jambolão, com base nas variáveis independentes utilizadas (FAPG, LP e FJAM) obtendo-se como mais desejável a formulação com maior dureza e gomosidade, baixa sinerese e com uma coloração mais escura, chegando próximo ao roxo azulado.

Logo em seguida foram realizadas as análises de composição proximal da amostra de maior desejabilidade (umidade, lipídios, proteína, cinzas, fibras e carboidratos), análises físicas e químicas (pH, acidez, °brix, atividade de água, absorção em água e óleo, solubilidade em água, parâmetros instrumentais de cor e análise de compostos bioativos (compostos fenólicos, antocianinas e antioxidantes). Os resultados médios das análises de todo o experimento foram obtidos através da exploração dos resultados experimentais realizado com quatro repetições em triplicata, totalizando doze unidades experimentais e os resultados expressos em média e o desvio-padrão das amostras.

A análise microbiológica da sobremesa instantânea obedeceu aos padrões recomendados pela Resolução nº 12, da ANVISA/MS, de 2001 (BRASIL, 2001).

Realizaram-se contagens de Coliformes totais, coliformes termotolerantes, bolores e leveduras, como também a pesquisa de presença/ausência de *Salmonella* sp, de acordo com as técnicas descritas pela *American Public Health Association* (APHA, 2001).

Após a realização das análises microbiológicas, realizou-se um teste de análise sensorial, com teste de aceitabilidade, utilizando escala hedônica de 9 pontos (9 = “gostei extremamente” e 1 = “desgostei extremamente”), onde foram avaliados os atributos: sabor, textura, cor, odor e avaliação global para a sobremesa instantânea, além da intenção de compra entre consumidores habituais. O teste foi realizado com 100 provadores, selecionados e esclarecidos quanto aos procedimentos, foram voluntários não treinados de ambos os gêneros (STONE e SIDEL, 2004). O projeto desta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da UFG sob número de protocolo: CAAE: 58165916.7.0000.5083.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE JAMBOLÃO LIOFILIZADA

Os teores médios encontrados para o teor de umidade e de cinzas da FJAM (Tabela 4) ultrapassaram em 9,8 e 12,5 %, respectivamente, os limites máximos exigidos pela legislação de 15 g 100 g⁻¹ para umidade e 2,0 g 100 g⁻¹ para cinzas (BRASIL, 2005). O alto teor de umidade está diretamente relacionado ao sub processamento durante a secagem, já o teor de cinzas é uma característica intrínseca da farinha do jambolão. Ascheri (2006) relata o teor de umidade da farinha que deve ser controlado não por motivos econômicos, já que as farinhas são comercializadas na base úmida, mas devido à sua importância no processamento, a fim de alcançar bons resultados no fabrico de outros produtos. Além do que o conteúdo de umidade da farinha deve estar em torno de 15 %, visto que as farinhas com umidade acima disso têm tendência à formação de grumos. E o excesso de umidade, aumenta a possibilidade de desenvolvimento microbiano, como fungos e a diminuição da estabilidade da farinha, pois a água é componente essencial para que as reações químicas e enzimáticas ocorram, diminuindo assim a sua vida de útil (FERNANDES, 2008).

O teor de cinzas indica a quantidade de resíduo mineral presente na amostra. A farinha de jambolão, segundo Boari Lima et al. (2011), pode ser considerada fonte alternativa de minerais, principalmente ferro, potássio, magnésio, manganês, fósforo, cálcio e cobre. Lago, Gomes e Silva (2006) descrevem para o jambolão, teor de umidade de 87,75%, teor de cinzas 0,34 % e de proteínas de 0,67 %.

Os teores de lipídeos e proteína bruta (Tabela 4) foram medianos quando comparados com valores relatados de proteínas e lipídeos por Taco (2011), em polpas e sementes de frutos e hortaliças, que são baixos quando comparados com os alimentos como grãos, cereais, amêndoas e de origem animal.

Para os lipídeos os resultados médios encontrados (Tabela 4) foram 0,19 % superiores aos relatados por Santos et al. (2014) em estudo realizado com polpa de jambolão na cidade de Palmas e 0,25 % inferiores aos de proteínas. Valores superiores de lipídeos (1,37 %) foram encontrados por Luzia e Jorge (2009) nas sementes de *S. cumini*. Em outras frutas da mesma família, como a jabuticaba (*Eugenia cauliflora* O. Berg). Corrêa et al. (2007) encontraram 0,54 % de proteína em jambo (*Eugenia jambosa*

L.), com 0,80 % de lipídeos valores estes acima dos encontrados nesse estudo. Essas diferenças estão relacionadas com estabilidade das proteínas, vida de prateleira sob congelamento e conteúdo calórico (FERRARI, 1998). O baixo teor lipídico contribui para o reduzido valor energético observado na farinha de jambolão, indicando a possibilidade de inclusão deste na farinha liofilizada do fruto em dietas com restrições calóricas.

Os valores médios de fibra alimentar total (Tabela 4) indicou que a farinha de jambolão liofilizada pode ser classificada como alimento fonte de fibras. Segundo a Portaria nº. 27/1998 – ANVISA e FAO (2011), um alimento sólido que contenha de 3,0 a 6,0 g 100g⁻¹ de fibras é considerado “fonte” de fibras e acima disso classificado como alimento com “alto teor” de fibras (BRASIL, 1998). Deste modo, destaca-se que ao inserir a farinha de jambolão em produtos alimentícios pode incrementar o produto final em quantidade de fibras alimentares. No estudo realizado por Pereira et al., (2015) os valores de fibras alimentar foram de 18,81 % para a polpa, e 3,02 % para a semente de *S. cumini*. Sá (2008), estudando os frutos de *Syzygium cumini* (L.) Skeels, observou teores de fibras de 17,89 % na fração polpa e casca e 2,93 %, nas sementes, valores esses 8,91 % inferiores aos encontrados na farinha liofilizada desse estudo.

Os resultados médios de carboidratos encontrados para a farinha de jambolão liofilizada foram superiores aos encontrado por Pereira (2011), que relatou 41%, para o mesmo fruto, cultivado na região de Lavras (MG). A variação no teor de carboidratos pode ser explicada devido a quantidade desses constituintes serem de extrema variabilidade, uma vez que dependem da cultivar, do tipo de solo, época de cultivo, do clima, e da temperatura de armazenamento pós-colheita (SANTANA e CARDOSO, 2008).

A luminosidade da farinha de jambolão apresentou baixos valores (Tabela 8). Esses valores indicaram que a coordenada está mais próxima do tom preto, que é confirmada pela cor característica dos frutos de jambolão maduro que apresentam segundo Ayyanar e Badu (2012), coloração entre roxa a azul, devido à presença de pigmentos de antocianinas. No trabalho de Hamm et al. (2008) onde se determinou os parâmetros de cor instrumental do jambolão este encontrou valores de L*, a* e b* de 33,08 a 41,14 (L*), 1,69 a 4,86 (a*) e -1,88 a -5,14 (b*), respectivamente. Ao comparar com os resultados obtidos neste trabalho, verifica-se que há intermediária intensidade de luminosidade (L*) para a farinha de jambolão liofilizada. Valores menores de luminosidade (24,55) foram encontrados por Concenção et al. (2014), que analisou

mirtilo (*Vaccinium myrtillus*), frutos que são bastante conhecidos pelo alto teor de antocianinas existente em sua composição.

Para o valor da coordenada a^* verificou-se maior intensidade de vermelho ($+a^*$). Segundo a literatura, quando a coordenada a^* é positiva, o produto apresenta tom mais próximo do vermelho e quando é negativa apresenta o tom mais próximo do verde. Sendo assim, pode-se afirmar que a farinha de jambolão liofilizada apresenta um tom mais próximo ao vermelho (Tabela 4). O maior valor encontrado nesse estudo pode ser explicado provavelmente devido ao estágio de maturação do fruto utilizado na produção da farinha de jambolão, esse estágio pode alterar o teor de pigmentos de antocianinas. O maior teor de antocianinas no estágio maduro pode ser explicado pela síntese destes pigmentos devido à degradação da clorofila, que acontece durante o seu amadurecimento, atingindo o valor máximo no fruto completamente maduro (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Com isso, pode-se concluir que os frutos utilizados no experimento para produção da farinha, como esperado pelas práticas de colheita, estavam no estágio maduro.

Os valores de b^* referem-se à variação de tonalidade do azul ao amarelo, quando negativos apresentam uma tonalidade azulada e quando positivos oferecem tonalidade amarelada. Os valores negativos apresentados neste trabalho indicam a existência de pigmentos azulados, assim como os pigmentos das antocianinas. Augusta (2010), analisando jambo vermelho em pó obtido por *spray drying* na cidade do Rio de Janeiro encontrou valores médios semelhantes ao deste trabalho (-2,9). As diferenças encontradas para essa medida podem estar relacionadas a muitas variáveis. Sabe-se que além das características intrínsecas e genéticas dos frutos, o ambiente em que ocorre o desenvolvimento também afeta sua coloração (SOUSA et al., 2007).

Os valores de croma (c^*) que indicam a saturação ou intensidade da cor ou também quantidade de uma tonalidade, indicando se ocorre mistura com preto, branco ou cinza, permite diferenciar cores fortes de fracas. Os valores observados neste estudo (Tabela 8) mostram uma intensidade de tonalidade azulada. Os resultados obtidos para as coordenadas de cor confirmam os relatados por Severo et al. (2010) que avaliaram frutos de jambolão (*Syzygium cumini*, Lamark), na região de Pelotas, e concluíram que a coloração varia do verde quando imaturo, ao roxo-azulado quando maduros.

A tonalidade (H°) é uma grandeza que caracteriza a qualidade da cor, como vermelho, verde e azul, por exemplo, permitindo que elas sejam diferenciadas. Os valores de H° obtidos nesse trabalho indicam que a farinha de jambolão liofilizada

apresenta uma tonalidade roxa (Tabela 8), segundo Santos (2013) o menor ângulo representa a maior intensidade, faixa de cor entre vermelho e azul representando o roxo.

Tabela 4. Médias e desvio padrão da composição proximal da farinha de jambolão e coordenadas de cor L*, a*, b*, c* e H°.

Parâmetros	Farinha de Jambolão¹
Umidade ²	16,48 ± 1,40
Cinzas ²	2,25 ± 0,10
Lipídeos ²	0,36 ± 0,01
Proteínas ²	0,31 ± 0,01
Fibras Alimentar totais ²	26,80 ± 1,00
Carboidratos Totais ²	51,92 ± 1,79
L*	37,9 ± 2,04
a*	10,85 ± 0,87
b*	-2,9 ± 1,45
c*	16,37 ± 3,76
H°	311,97 ± 0,54

¹Valores expressos em médias seguidas pelos desvios-padrão

² g (100 g)⁻¹

Os valores médios de pH obtidos para a farinha de jambolão se apresentaram na faixa ácida (Tabela 5), característica comum em frutos e derivados. O pH ácido pode ser considerado benéfico, considerando o nível de conservação do alimento. Valores de pH semelhantes foram encontrados por Mussi et al. (2015) em polpa de jambolão colhidos na cidade do Rio de Janeiro (3,63). O pH de farinhas de jambolão desidratadas em estufa de ar circulante a 45 °C, encontrados por Migliato et al. (2007) de (4,09), foram superiores ao deste trabalho. Santos (2011) explica que o pH simula o inverso da concentração de íons de hidrogênio (H⁺) e, normalmente, apresenta comportamento oposto ao da acidez. No entanto, Rufino (2010) relata que alguns frutos possuem ação tamponante, ou seja, consentem a ocorrência de grandes variações de acidez sem grandes variações no pH.

A farinha de jambolão liofilizada apresentou valores (Tabela 5) que favorecem a utilização dela no desenvolvimento de novos produtos. Segundo Fontes (2010), os níveis de acidez considerados ideais para alimentos se encontram na faixa de 0,5 a 1,5 (g ácido cítrico 100 g⁻¹), pois são considerados índices baixos em relação à deterioração

do alimento. Com isso, pode-se afirmar que a farinha de jambolão liofilizada tem potencial para ser utilizada na elaboração de formulações alimentícias. Valores superiores de acidez total titulável (0,48 %), foram encontrados por Barcia (2009) em frutos inteiros de *S. cumini* (L.) Skeels.

Os resultados médios obtidos nesse trabalho para sólidos solúveis totais das farinhas de jambolão (Tabela 5) foram superiores aos relatados por Lago, Gomes e Silva (2006), que relataram o valor de 9 % em jambolão produzido em São José do Rio Preto. Essa diferença se relaciona à quantidade de água da amostra, ao estágio de maturação em que os frutos foram colhidos e também às características do ambiente onde foram produzidos.

O valor de atividade de água encontrados nesse trabalho foi menor que os observados por Ferreira e Pena (2010) que foi de 0,5. Essa análise é importante, pois atividade de água influencia sobre a vida útil do produto em que valores próximos a 1 elevam as alterações químicas, físicas e microbiológicas ou enzimáticas, induzem a deterioração da qualidade do produto e a inaceitabilidade, portanto, o controle da temperatura, umidade e atividade de água são fatores essenciais na preservação da qualidade do produto (SARANTOPOULOS et al., 2001).

Os valores médios de IAA, ISA e de IAO da farinha de jambolão liofilizada estão apresentados na Tabela 5. Algumas pesquisas mostram que produtos liofilizados são, em geral, facilmente reidratáveis. Essa alta solubilidade pode ser explicada por esse poder de reidratação.

Tabela 5. Médias e desvio padrão das características físicas e químicas (pH, acidez titulável (AT) (g ácido cítrico 100g⁻¹), teor de sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), atividade de água (aw), índices de absorção em água, solubilidade em água e absorção em óleo da farinha de jambolão.

Parâmetros	Farinha de Jambolão
pH	3,66 ± 0,04
AT	0,30 ± 0,02
SST	3,57 ± 0,51
aW	0,371 ± 0,01
IAA	3,25 ± 0,42
IAO	2,70 ± 0,25
ISA	66,52 ± 4,48

Os valores médios de antocianinas (Tabela 6) encontrados na farinha de jambolão foram superiores aos relatados por Barcia (2009), em estudos com jambolão, com valores médios que variaram entre 7,43 a 16,95 mg de cianidina 3-glicosídeo por 100 g⁻¹. Rufino et al. (2010) também encontraram valores inferiores em jambolão produzido em Mossoró (93,3 mg 100g⁻¹), já Reynertson et al. (2008) encontraram valores superiores aos encontrados nesse trabalho, para frutos adquiridos na cidade de Homestead-USA (633 mg 100 g⁻¹).

As frutas são fontes de compostos bioativos, porém o teor desses fitoquímicos sofre variações devido a fatores extrínsecos ou intrínsecos. Dentre os fatores extrínsecos, sabe-se que a temperatura é um forte potencializador do estresse causado aos tecidos vegetais, o que pode causar a transformação ou até a degradação de compostos bioativos presentes nas frutas. Assim sendo, qualquer processamento térmico envolvendo frutas e derivados deve considerar, não só a manutenção das propriedades sensoriais, mais também a retenção dos compostos bioativos presente (LI et al., 2011).

A produção da farinha de jambolão desse estudo foi realizada por liofilização com o intuito de manter o máximo possível os compostos bioativos, com isso observou alto teor de compostos fenólicos na farinha de jambolão liofilizada (Tabela 6). Esses valores são maiores que os encontrados por Rufino et al. (2010), ao verificar as propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais, mostraram conteúdo de compostos fenólicos de $185,4 \pm 3,8$ mg 100g⁻¹ para o extrato acetônico/metanólico de jambolão, e $440,4 \pm 9,9$ mg 100g⁻¹ para jabuticabas. É importante ressaltar que esses valores são para frutas *in natura*.

Os teores médios da porcentagem de sequestro de radical livre de antioxidantes obtidos para a farinha de jambolão liofilizada (Tabela 6) foram inferiores aos encontrados por Kang et al. (2012) em duas variedades de açaí, as quais apresentaram valores de 320,3 e 133,4 $\mu\text{mol eq. Trolox/g}$ bc, e por Nóbrega et al. (2014), em polpa de acerola, 113,7 $\mu\text{mol TE/g}$ bs. Hassimoto, Genovese e Lajolo (2005), avaliando a capacidade antioxidante de frutas, vegetais e polpas de frutas, observaram maior capacidade de sequestro de radical livre em amostras contendo maior conteúdo de antocianinas.

Tabela 6. Médias e desvio padrão dos compostos bioativos, antocianinas, compostos fenólicos e antioxidantes da farinha de jambolão.

Parâmetros	Farinha de Jambolão
Antocianina (mg L ⁻¹)	131,15 ± 4,72
Compostos Fenólicos (mg 100g ⁻¹)	472,33 ± 4,51
Antioxidantes (g 100g ⁻¹)	80,93 ± 0,40

Quanto às análises de granulometria, a farinha de jambolão liofilizada apresentou maior retenção entre as peneiras de 100 a 200 mesh (Tabela 7), com percentual total retido de 42,99 %. No trabalho avaliado por Filho (2011) este obteve retenção de 76 % da farinha de beterraba liofilizada. É importante ressaltar que para Silva et al. (2009), uma farinha de partículas finas com 0,125 mm resultará em uma sobremesa de melhor qualidade no quesito textura, pois possuirá maior superfície de contato para absorção da água.

Tabela 7. Percentual de farinha de jambolão (FJAM) retida nas peneiras durante a distribuição granulométrica.

Mesh	Abertura (mm)	FJAM(%)
60	0,250	0,39 ± 0,02
80	0,180	4,12 ± 3,08
100	0,150	12,10 ± 3,19
120	0,125	16,28 ± 4,09
200	0,75	14,61 ± 4,35
Base	000,0	2,65 ± 0,86

Para a Microscopia Eletrônica de Varredura (Figura 1. A, B) observa-se que as partículas da farinha de jambolão liofilizada apresentaram-se com formatos irregulares mostrando-se como aglomerados de partículas de diferentes tamanhos e morfologias (Figura 1.A). Isso pode ser explicado devido o processo de liofilização, onde partículas inertes sofrem colisões entre si, e o pó se fragmenta, formando partículas menores.

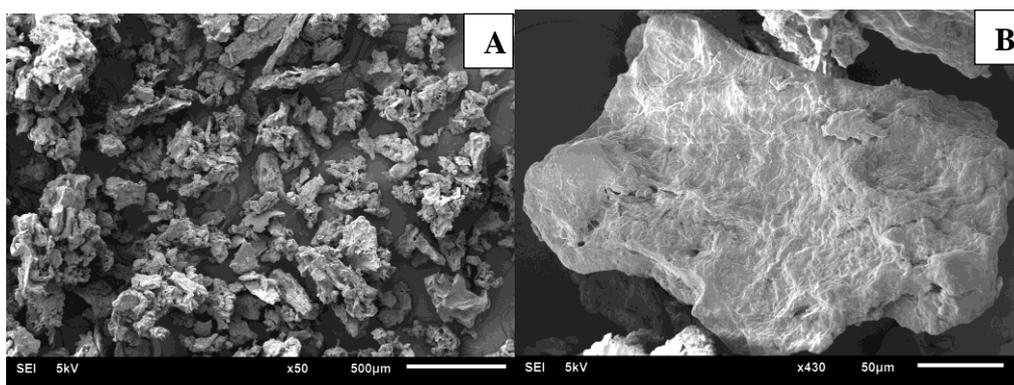


Figura 1. Imagens da Microscopia Eletrônica de Varredura da farinha liofilizada de jambolão, nos aumentos de 50 e 430x.

As Figuras 1.A e 1.B evidenciaram a porosidade das partículas da farinha de jambolão seca por liofilização, essas imagens são coerentes com o que se espera do processo de liofilização, tendo em vista que durante a retirada da água são formados poros microscópicos criados pela sublimação dos cristais de gelo. Segundo Ceballos et al. (2012) e Voda et al. (2012) observações semelhantes foram feitas para frutas (morango, uva e jabuticaba) liofilizadas.

3.2 DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE SOBREMESAS DE FARINHA DE JAMBOLÃO LIOFILIZADA

3.2.1 Caracterização das formulações das sobremesas utilizadas no desenvolvimento

Após a preparação das formulações das sobremesas instantâneas, utilizando delineamento com variação de farinha de arroz pré gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de jambolão (FJAM), realizou-se análises para determinação da melhor formulação de sobremesa instantânea utilizando a FJAM. Com os resultados obtidos para os dados instrumentais de textura, atributos de cor e sinerese (Tabela 8) e da análise de variância, foram elaborados os modelos matemáticos de regressão ajustado, o nível de significância (p), a falta de ajuste (FA) e os coeficientes de determinação (R_2) para os parâmetros analisados (Tabela 9).

Os modelos para os atributos de cor L^* , H° e c^* e a análise de sinerese foram significativos ($p \leq 0,05$), enquanto que para as coordenadas a^* e b^* não foram. Os atributos de textura dureza, gomosidade obtiveram significância ($p \leq 0,05$) sendo que os

atributos de adesividade, coesividade, e elasticidade não foram significativos. No entanto, optou-se por não apresentar estes últimos por possuírem termos não significativos, sendo assim não poderiam ser utilizados para verificar a tendência de resposta. Para os modelos significativos, observaram-se coeficientes de determinação explicando entre 81,00 e 99,99 % das respostas. Dentre os modelos com significância estatística, em todas as análises os efeitos das interações FAPG e LP, FAPG e FJAM e LP e FJAM foram significativos.

Avaliando a Figura 2.A, observa-se uma tendência à maior dureza quanto maior a quantidade de FAPG e menor quantidade de LP e FJAM. Os Valores maiores de dureza foram encontrados em região do gráfico com formulação em pseudocomponentes de FAPG:LP:FJAM entre os pontos 1V, B e C, com coordenadas de 0,8:0:0,2; 0,57:0:0,43; 0,80:0,12:0,08 respectivamente, em proporção, estes valores são de 50,4:0:12,6; 35,91:0:27,09; 50,4:7,56:5,04 respectivamente, ou seja, em quantidade máximas de FAPG (35,91 a 50,4 %), mínimas a intermediárias de LP (0 a 7,56 %) e mínima e máxima de farinha de jambolão (5,04 a 27,09 %). Área apresentada dentro da região do gráfico pontilhada entre os pontos A, 2V e 4V, encontram-se as sobremesas com formulações de FAPG:LP:FJAM entre 0:0,69:0,31; 0:0,8:0,2; 0,2:0,8:0. Convertidos em proporção estes valores são de 0:43,47:19,53; 0:50,4:12,6; 12,6:50,4:0 para A, 2V e 4V respectivamente, ou seja, quantidade de FAPG variando de (0 a 12,6 %), LP de (43,47 a 50,4 %) e FJAM de (0 a 19,53 %).

Tabela 8. Ingredientes em pseudocomponentes e proporções, média e desvio padrão dos valores de dureza (DUR), adesividade (ADE), coesividade (COE), gomosidade (GOM), elasticidade (ELA), obtidos através de análise de perfil de textura, atributos de cor L*, a*, b*, c* e H° e sinérese (SIN) para as formulações codificadas de farinha de arroz pré-gelatinizada (x1), leite em pó (x2) e farinha de jambolão (x3).

Mis	Pseudocomponentes			Proporções			Atributos										
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	DUR	ADE	COE	GOM	ELA	L*	a*	b*	H°	c*	SIN
7c	0,333	0,333	0,333	0,583	0,283	0,133	2,50	-152,40	0,22	0,56	0,30	40,7	4,67	-4,94	273,3	6,81	0,01
7c	0,333	0,333	0,333	0,583	0,283	0,133	2,45	-170,83	0,27	0,66	0,28	40,7	4,52	-5,02	276,0	6,76	0,01
7c	0,333	0,333	0,333	0,583	0,283	0,133	2,43	-147,77	0,22	0,55	0,31	40,7	4,66	-5,06	274,7	6,88	0,01
1V	0,8	0	0,2	0,70	0,20	0,10	3,19	-157,73	0,24	0,79	0,25	41,7	4,46	-4,99	276,3	6,70	0,01
6V	0	0,2	0,8	0,50	0,25	0,25	2,25	-150,57	0,20	0,46	0,28	39,6	7,95	-8,14	271,4	11,4	0,01
3V	0,8	0,2	0	0,70	0,25	0,05	2,97	-159,40	0,30	0,92	0,35	43,2	3,24	-4,76	293,5	5,85	0,01
5V	0,2	0	0,8	0,55	0,20	0,25	2,98	-158,81	0,20	0,61	0,28	35,4	3,62	-5,75	295,7	6,80	0,01
4V	0,2	0,8	0	0,55	0,40	0,05	1,79	-151,18	0,26	0,48	0,33	45,4	3,87	-3,71	270,6	5,36	0,01
2V	0	0,8	0,2	0,50	0,40	0,10	1,41	-185,338	0,33	0,47	0,37	48,4	5,31	-4,62	273,3	7,08	0,00

Neste estudo, a quantidade de FAPG influenciou fortemente na dureza das sobremesas instantâneas testadas, possivelmente isso ocorreu devido às características do amido pré-gelatinizado de arroz, e também pela utilização da goma que exerceu um efeito positivo na dureza, pois os hidrocolóides são, na maioria das vezes, de ocorrência natural, solúveis em água e têm propriedades espessantes e gelificantes em condições específicas. A goma guar, utilizada na produção das sobremesas, é uma galactomanana composta por cadeias lineares de unidades de D-manopiranosil ligadas entre si por ligações $\beta(1 \rightarrow 4)$ e unidades de D-galactopiranosil, ligadas entre si por ligações $\alpha(1 \rightarrow 6)$. Essas ligações formam dispersões coloidais quando hidratada em água fria e pode complexar-se com cadeias de amido, com isso ocorre um efeito sinérgico entre esses ingredientes promovendo maior estabilidade aos géis de amido (GOLDSTEIN, 1973; STAUFFER, 1985; MUNHOZ, 2004). O leite também exerce influência na dureza de géis devido às interações entre proteínas, micelas de caseína e lipídios. O complexo proteína e amido exerce papel importante na estrutura, textura e estabilidade dos alimentos (PÉREZ et al., 2006).

Tabela 9. Modelos polinomiais ajustados, nível de significância (p), falta de ajuste (FA) e coeficiente de determinação (R^2) para coordenada de cor (L^* , H° e c^*), sinerese, dureza, gomosidade, das sobremesas instantâneas em função dos pseudocomponentes de farinha pré-gelatinizada (x_1), leite em pó (x_2) e farinha de jambolão (x_3)

Atributo	Modelos	FA	p	R^2
L^*	$y_1 = 46,03x_1 + 49,86x_2 + 35,43x_3 - 22,79x_1x_2 - 13,57x_1x_3 + 8,48x_2x_3$	0,08	0,00004	0,999
H°	$y = 269,83x_1 + 266,60x_2 + 298,51x_3$	0,097	0,00095	0,90
c^*	$y = 7,17x_1 + 4,29x_2 + 10,01x_3 - 12,85x_3 + 11,66x_2x_3$	0,002864	0,039	0,88
Sinerese	$y = -0,015x_1 + 0,006x_2 + 0,005x_3$	0,000115	0,006	0,81
Dureza	$y = 3,43x_1 + 1,24x_2 + 2,68x_3$	0,2598	0,000275	0,9981
Gomosidade	$y = 0,94x_1 + 0,41x_2 + 0,49x_3$	0,05388	0,0019	0,8753

Na Figura 2.B, é possível constatar que valores maiores de gomosidade foram encontrados na região pontilhada formada pelos pontos A, B, 1V e 3V representados em pseudocomponentes por 0,70:0:0,30; 0,74:0,25:0; 0,8:0:0,2; e 0,8:0,2:0 respectivamente, e em proporções por 44,1:0:18,9; 46,62:15,75:0; 50,4:0:12,6; 50,4:12,6:0. Isso significa que formulações com proporções de FAPG variando de 0 a 50,4 %, LP de 0 a 15,75 % e FJAM de 0 a 18,9 %. Os menores valores de gomosidade foram observados na região pontilhada representada pela cor verde escura, entre os pontos C, 2V e 6V que têm seus valores em pseudocomponentes de 0,09:0,80:0,10; 0:0,8:0,2; 0:0,2:0,8, respectivamente, e valores em proporção de 5,67:50,4:6,3; 0:50,4:12,6; 0:12,6:50,4, ou seja misturas com quantidade de FAPG de 0 a 5,67 %, LP de 12,6 a 50,4 % e FJAM de 6,3 a 50,4 %.

Nota-se que a quantidade de FAPG e LP indicaram tendências, sendo que a medida que se aumentou a quantidade da FAPG e se diminuiu o LP obtiveram-se valores maiores de gomosidade. Com relação à quantidade de FJAM pôde-se visualizar que quanto maior a quantidade desta ocorre um aumento da gomosidade.

A influência da FAPG pode estar relacionada a uma propriedade bem conhecida da amilose presente no arroz. A sua capacidade de formar gel depois da gelatinização do grânulo de amido, confere firmeza ao alimento. Sendo este comportamento evidente em amidos que contém maiores teores de amilose, essa formação do gel ocorre especialmente da reassociação das macromoléculas de amido podendo acontecer bem rápido com as moléculas de amilose (MUNHOZ, WEBER e CHANG, 2004).

Já em relação ao leite em pó, sua influencia pode estar relacionada com a gordura presente em sua composição quando entra em contato com a amilose da farinha. Sabe-se que a amilose pode estar presente sob forma de complexos amilose-lipídios (LAM – lipd-amylose complexes) ou de amilose livre (FAM – freeamylose). Os LAM, embora detectados no amido nativo, provavelmente sejam formados em maior extensão durante o tratamento hidrotérmico ou com a gelatinização. Com isso pode afetar sua solubilidade e levar a retrogradação, obtendo um produto, mas gomoso (ELIASSON, 2004; TESTER et al., 2004). Contudo os complexos de amilose com lipídios e emulsificantes de alimentos como mono e diglicerídeos podem alterar o perfil textural da pasta formada. Isso pode ocorrer após o aquecimento, porém etapas de batimento também alteram a formação do completo devido a quantidade de energia em forma de calor (MATSUGUMA, 2006).

Pode-se observar que para a quantidade de FJAM quanto menor a quantidade maior foi a gomosidade, onde ocorre uma modificação na textura dos géis, resultando em um aumento da firmeza.

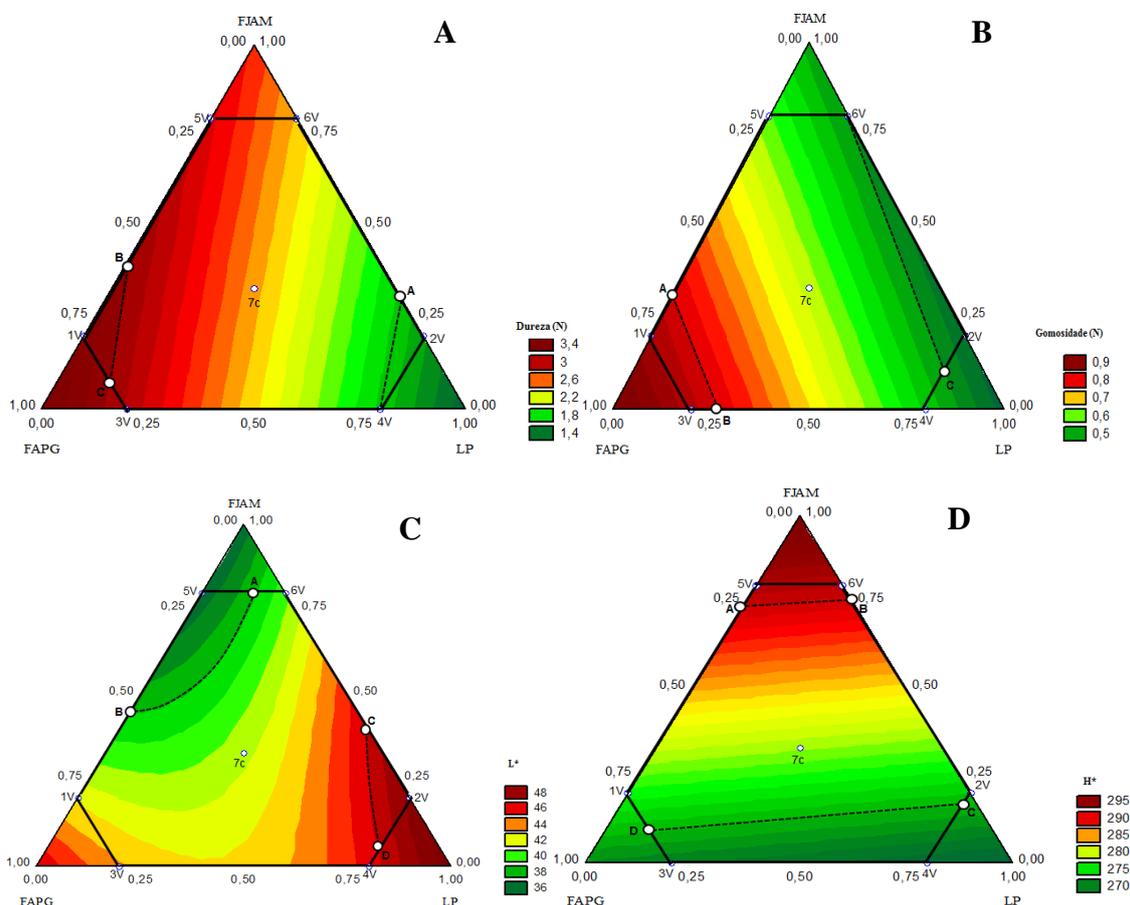
Nota-se na Figura 2.C, uma tendência a maior luminosidade quanto maior a quantidade de FJAM (valores acima de 45), sendo representados pela região pontilhada C, D e 2V. Esse aumento na luminosidade pode estar relacionado devido a presença de antocianinas da farinha de jambolão liofilizada. A área pontilhada refere-se aos valores em pseudocomponentes de 0:0,61:0,39; 0,15:0,80:0,06; e 0:0,8:0,2 que equivalem as concentrações de 0:38,43:24,57; 9,45:50,4:3,78; 0:50,4:12,6, respectivamente. Portanto, observa que os maiores valores de luminosidade foram obtidos em quantidades baixas de FAPG, altas de LP e alta de FJAM.

A análise de H tonalidade (Figura 2.D), permitiu constatar valores maiores entre a região pontilhada de A, B, 5V e 6V, onde foram encontrados os valores em pseudocomponentes de 0,30:0:0,70; 0:0,27:0,73; 0,2:0:0,8; 0:0,2:0,8, respectivamente, concentrações reais de 18,9:0:0,70; 0:17,01:45,99; 12,6:0:50,4 e 0:12,6:50,4, respectivamente. Os menores valores foram encontrados nas regiões de cor verde escuro, entre os pontos C, D, 3V e 4V, com valores em pseudocomponentes de 0,05:0,80:0,15; 0,8:0,1:0,1; 0,8:0,2:0; 0,2:0,8:0 respectivamente, e em proporções de 3,15:50,4:9,45; 50,4:6,3:6,3; 50,4:12,6:0; 50,4:12,6:0. Os maiores valores foram determinados na formulação que contem maior quantidade de FJAM, menor de FAPG e intermediário de LP. Segundo Aherne e O'Brien (2002), os graus hue (H) variam de 0° a 360° e indicam a tonalidade da amostra onde 0° ou 360° possui tom vermelho; 90° amarelo; 180° o verde e 270° o azul. Os resultados obtidos nas sobremesas instantâneas ficaram entre 270-306, apresentando uma tonalidade roxo azulado, isso ocorre devido a presença de antocianinas no fruto jambolão utilizado para a produção da farinha, que também apresenta uma tonalidade vermelha-azulada.

As coordenadas a*, b* e o croma c*, não apresentaram modelos significativos, ou seja, os diferentes ingredientes não as afetaram. A coordenada a* variou de 3,24 a 7,95 (Tabela 5). Os valores positivos estão associados estágio de maturação do frutos utilizados para a produção da farinha de jambolão. Para a coordenada b* os valores variaram de -3,24 a -8,14, que indicamos tons azulados da sobremesa, característica esta relacionada aos pigmentos antocianínicos dos frutos. Os valores de croma (c*) obtidos nas sobremesas variaram de 5,36 a 11,4, isso indica maior pureza ou intensidade da cor e remete novamente aos frutos utilizados no processamento da FJAM. Para Severo et al.,

(2010) frutos de jambolão apresentaram-se maior pureza de intensidade para a cor vermelho a azul.

Na Figura 7.E pode-se observar que os maiores valores foram encontrados, na região pontilhada de B, C, 1V e 3V, valores em pseudocomponentes de 0,70:0:0,30; 0,65:0,35:0; 0,8:0:0,2; 0,8:0,2:0, respectivamente, e em proporções de 44,1:0:18,9; 40,95:22,05:0; 50,4:0:12,6; 50,4:12,6:0. Também é possível observar na figura que os menores valores estão na região pontilhada de cor verde, entre os pontos A, 2V, 5V e 6V com valores em pseudocomponentes de 0,10:0,80:0,10; 0:0,80:0,20; 0,2:0:0,80; 0:0,2:0,8, respectivamente, sendo esses valores em proporções de 6,3:50,4:6,3; 0:50,4:12,6; 12,6:0:50,4; 0:12,6:50,4. Observa-se que a utilização da FAPG, LP e FJAM nas formulações ajudaram para que ocorresse retenção da água e limitação a sinerese.



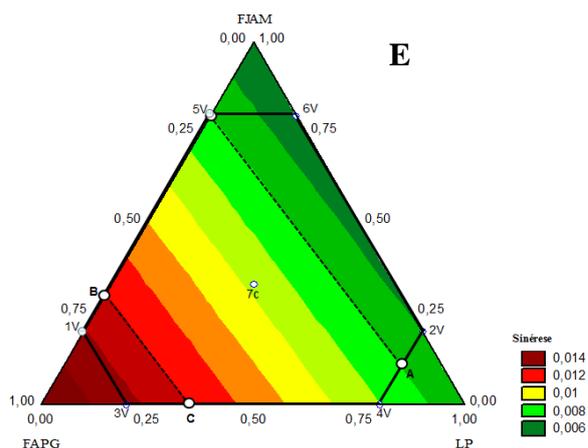


Figura 2. Dureza (A), Gomosidade (B), Coordenadas de cor L* (C), H* (D), Sinerese (E), em função das proporções de farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de Jambolão (FIAM), em pseudocomponentes. A área demarcada entre os pontos experimentais demonstra a área do gráfico analisada.

3.3 TESTE DE DESEJABILIDADE

O perfil de desejabilidade traçado pode ser observado na Figura 3. Para se determinar qual formulação mais desejada foi atribuído notas de desejabilidade para os parâmetros que foram significativos de textura (dureza e gomosidade), parâmetros de cor (L* e H°) e sinerese. Com relação às notas atribuídas, 0 (zero) foi relacionado aos valores menos desejáveis e 1 (um) aos mais desejáveis. Para a dureza, o valor de 1,41 recebeu nota zero, e 3,19 recebeu nota um, sendo que o valor intermediário de 2,50 recebeu nota 0,5. Assim procedeu-se com os demais atributos. Para a gomosidade 0,30 recebeu nota um e 0,20 recebeu nota zero. Para a coordenada L* o valor médio (40,7) recebeu nota 0,5 e o valor maior (48,4) recebeu nota zero, sendo assim o menor valor (35,4) recebeu nota um. Para H° foi atribuído nota um ao maior valor (295,7) e nota zero para o menor valor (270,6). Desejou-se, portanto, uma sobremesa com dureza, gomosidade e H° mais alta, mais adesiva e com menor luminosidade e sinerese. Para definição dos valores da desejabilidade para a textura, foram utilizados os parâmetros texturais instrumentais da sobremesa comercial padrão de chocolate (Tabela 10).

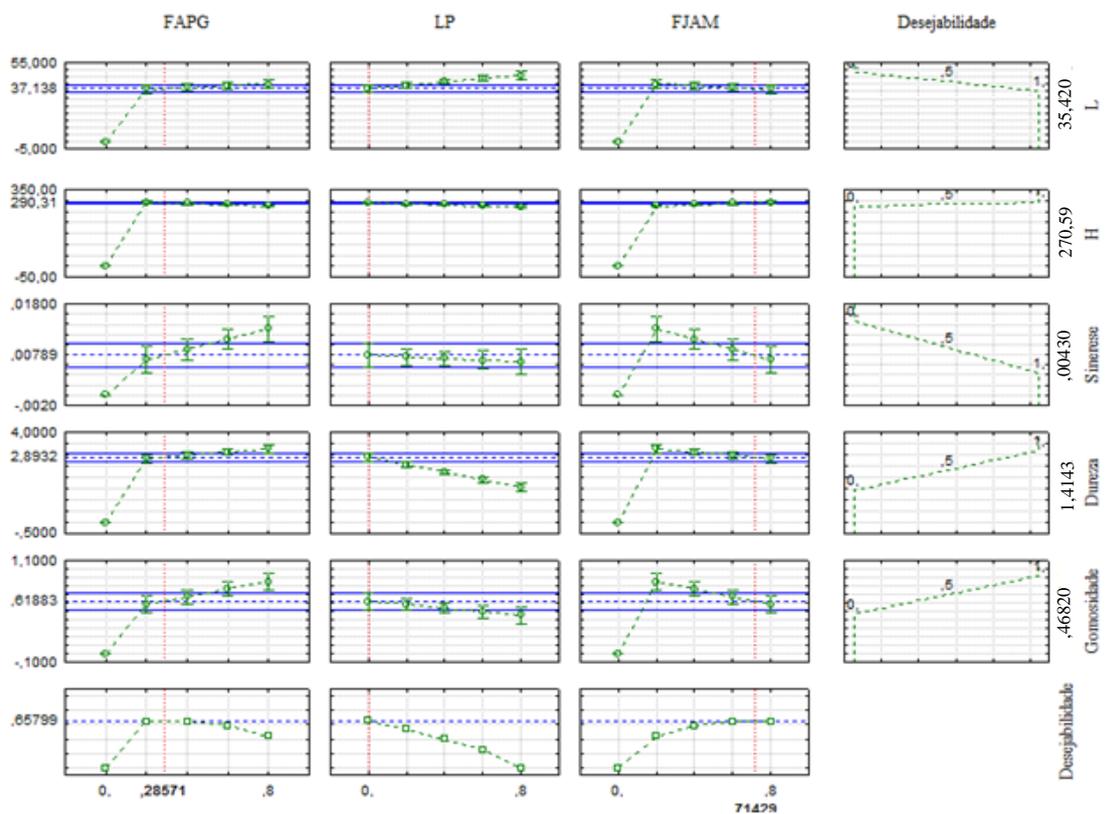


Figura 3. Perfil para valores preditos obtidos no teste de desejabilidade utilizado para seleção da melhor formulação de sobremesa com FAPG, LP e FJAM.

Tabela 10. Perfil textural da sobremesa comercial padrão utilizada como parâmetro no teste de desejabilidade.

Parâmetros de textura	Valores ^a
Adesividade	205,7 ± 7,13
Coesividade	0,22 ± 0,04
Dureza (N)	3,58 ± 0,16
Elasticidade	0,04 ± 0,00
Gomosidade (N)	0,80 ± 0,15
Mastigabilidade (N)	0,36 ± 0,18

^aValores constituem média ± desvio-padrão de dez repetições.

^aValores constituem média ± desvio-padrão de dez repetições.

O resultado do teste de desejabilidade indicou que a formulação mais desejada a mistura com 0,457:0,2:0,342 de FAPG, LP, FJAM, em pseudocomponentes, ou

proporções de 35,9 % de FAPG, 12,6 % de LP e 14,4 % de FJAM. Com o perfil desenhado foi possível chegar aos valores de uma formulação de sobremesa instantânea pronta com farinha de jambolão.

3.4 COMPOSIÇÃO PROXIMAL DA SOBREMESA DE MAIOR DESEJABILIDADE

A sobremesa desenvolvida nesse trabalho é um alimento inovador em pesquisas científicas, e com isso é pouco explorada em relação a sua composição centesimal.

Tabela 11. Médias e desvio padrão da composição proximal da sobremesa de jambolão e coordenadas de cor L*, a*, b*, c* e H°.

Parâmetros	Sobremesa de Jambolão ¹
Umidade ²	6,21 ± 0,10
Cinzas ²	1,68 ± 0,20
Lipídeos ²	1,43 ± 0,22
Proteínas ²	0,59 ± 0,00
Fibras Alimentar totais ²	16,82 ± 0,24
Carboidratos Totais ²	73,27 ± 0,02
L*	38,52 ± 1,32
a*	6,28 ± 1,18
b*	-8,13 ± 0,71
c*	10,28 ± 1,20
H°	290,9 ± 4,64

¹Valores expressos em médias seguidas pelos desvios-padrão

²g (100 g)⁻¹

A umidade encontrada na mistura em pó para a sobremesa instantânea indica baixa quantidade de água disponível (Tabela 11), sendo considerado um produto seco (BRITO et al., 2012; GUIMARÃES, 2014), sendo assim pode ser armazenado em temperatura ambiente. Entretanto, o baixo teor de umidade implica em um alimento com alta higroscopicidade, essa característica é acentuada nesse produto devido ao uso da farinha pré-gelatinizada e que pode ser minimizada com a utilização de embalagem apropriada.

Os valores obtidos de cinzas, lipídeos e proteínas, são inferiores aos encontrados por Vasconcelos (2013), que analisou sobremesa instantânea láctea potencialmente simbiótica, com valores de (3,00) para cinzas, (0,40) para lipídios e (1,00) para proteínas. A sobremesa desenvolvida por Dors Castiglione e Augusto-Ruiz (2006) com farinha de arroz apresentou valor de cinzas igual a 1,95 %, próximo ao encontrado neste trabalho. Quanto ao teor de proteínas, os mesmos autores encontraram um valor de 11,08 %, sendo este mais alto do que o aqui determinado. Com relação ao teor de fibra alimentar total, a sobremesa instantânea é considerada um alimento rico em fibras, pois de acordo com a Portaria nº. 27/1998 – ANVISA, um alimento sólido que contenha de 3,0 a 6,0 g 100 g⁻¹ de fibras é considerado “fonte” de fibras. Sobretudo variação de cada teor pode ser explicada devido aos ingredientes utilizados, bem com as proporções utilizadas.

O alto conteúdo de carboidratos encontrados já eram esperados, devido ao produto ser constituído por FAPG, leite, açúcar e farinha de jambolão. O valor ficou próximo ao determinado por Guimarães (2014) que foi de 77,15 % em sobremesa instantânea sabor chocolate branco desenvolvida com farinha de arroz pré-gelatinizada.

Os valores de luminosidade (L*) (Tabela 11) apresentaram resultado satisfatório, intencionando-se um alimento de coloração escura, visto que a cor é um fator importante para o apelo visual do produto. Com resultado positivo para a coordenada a* foi observado a existência de maior teor de pigmentos vermelhos, devido à presença de pigmentos de antocianinas na FJAM. Os resultados negativos para a coordenada b* expressam tom mais próximo do azul para a sobremesa. Os maiores resultados de croma (c*) indicam que os frutos de jambolão utilizados para a produção da farinha utilizada nessa sobremesa apresentam maior pureza de intensidade para a cor vermelho e azul. O resultado encontrado para os graus hue (H°) da sobremesa (Tabela 11) indicam cor roxo-azulada que está diretamente relacionada ao teor de antocianinas presentes no fruto. Benherlal e Arumughan (2007) pesquisando jambolão no sul da Índia comprovaram a existência de elevados teores de antocianinas neste fruto. Esses resultados mostram que a farinha de FJAM possui forte potencial corante, com características desejáveis de coloração, estimulando seu uso em alimentos como a sobremesa instantânea.

Os valores encontrados para acidez titulável, pH e sólidos solúveis totais (Tabela 12), foram inferiores aos relatados por Henrique (2012), com acidez de (1,83 %), pH de (5,85 %) e sólidos solúveis de (33,01 %), analisando sobremesas lácteas produzidas

com diferentes variedades de maracujá com e sem soro de leite. Essas variações podem ser explicadas devido aos ingredientes utilizados. Em relação ao pH das sobremesas, essas podem ser classificadas com pH pouco ácido, ou seja $\text{pH} > 4,5$.

Tabela 12. Médias e desvio padrão das características físicas e químicas (pH, acidez titulável (AT) ($\text{g}_{\text{ácido cítrico}} 100\text{g}^{-1}$), teor de sólidos solúveis totais °Brix (SST), atividade de água (aw), índices de absorção em água, solubilidade em água e absorção em óleo da sobremesa de jambolão

Parâmetros	Sobremesa de Jambolão
pH	$5,07 \pm 0,03$
AT	$0,05 \pm 0,00$
SST	$2,76 \pm 0,50$
aw	$0,38 \pm 0,00$
IAA	$5,81 \pm 0,16$
IAO	$2,15 \pm 0,08$
ISA	$61,56 \pm 4,91$

Segundo Jay (2005), o valor médio de atividade de água encontrado na sobremesa instantânea pode ser considerado baixo. Esse valor tem ligação direta com as alterações que a mistura pode sofrer no decorrer do tempo. No trabalho de Sarantópoulos et al. (2002), relata que a atividade de água pode influenciar sobre a vida útil do produto, deste modo, o controle da temperatura, umidade e atividade de água são fatores essenciais na preservação da qualidade da sobremesa instantânea.

Os resultados de índice de absorção em água, óleo e o índice de solubilidade em água (Tabela 11) tem relação direta com as características da mistura de sobremesa, pois segundo Dors, Catiglione e Augusto-Ruiz (2006), à perda da cristalinidade pela gelatinização, em que os grânulos ficam livres para a expansão, absorvendo muito mais água, pois no processo de extrusão feita na FAPG atingem temperaturas elevadas, ocorrendo alteração na estrutura do grão de amido.

O IAA apresentou-se mais elevado devido a utilização da FAPG, a pré-gelatinização do amido tornou-o muito suscetível a interação hidrofílicas, causando a degradação da estrutura granular mais intensa. De acordo com Kiatponglarp (2007) uma menor capacidade de ligação com água pode ser uma característica importante em alimentos com umidade baixa, com isso a FAPG pode ser considerado um ingrediente

funcional que proporciona boa manipulação no processamento e melhora a textura e expansão da sobremesa.

O baixo valor encontrado para o teor de antocianinas da sobremesa instantânea com farinha liofilizada de jambolão (Tabela 12), comparados aos obtidos para farinha pura, estão relacionados às quantidades adicionadas da farinha na formulação selecionada.

Tabela 12. Médias e desvio padrão dos compostos bioativos (antocianinas, compostos fenólicos e porcentagem de sequestro de radical livre de antioxidantes) da sobremesa de jambolão.

Parâmetros	Sobremesa de Jambolão
Antocianina (mg L ⁻¹)	79,66 ± 0,00
Compostos Fenólicos (mg 100g ⁻¹)	363,62 ± 0,20
Antioxidantes (g 100g ⁻¹)	14,78 ± 0,10

Uma relação com o percentual de farinha de jambolão utilizada na formulação da sobremesa mostra que em 14,41 g de farinha de jambolão contém 18,89 mg L⁻¹ de antocianinas, observando que não houve uma redução ampla na sobremesa em relação a farinha pura. Fatores como alta temperatura de processamento e armazenamento, pH alcalino, presença de O₂, presença de açúcares e ácidos ascórbico, podem contribuir para perda de antocianina.

Em relação aos compostos fenólicos e a capacidade antioxidante não houve redução no processamento da sobremesa, Prior e Schaich (2005); Wenzel (2001) explica que alguns métodos para a determinação desses compostos sofrem interferências de várias substâncias como os ácidos orgânicos, açúcares, enxofre, ácido ascórbico, e aminas aromáticas, como isso pode ser explicado pelo fato do aumento na sobremesa. Segundo Najgebauer-Lejko et al. (2011) o aumento desses compostos pode ser explicado devido à presença de compostos bioativos presentes no leite em pó (proteínas e polifenóis).

3.5 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA SOBREMESA INSTANTÂNEA DE MAIOR DESEJABILIDADE

Entre vários parâmetros que determinam da qualidade de um alimento, os mais importantes, são aqueles que definem suas características microbiológicas. Posteriormente às análises físicas e químicas foi realizado a caracterização microbiológica da formulação mais desejada produzida. A sobremesa instantânea selecionada foi novamente produzida e avaliada microbiologicamente. A análise demonstrou que a sobremesa estava dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução RDC nº 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde de 02 de janeiro de 2001 para farinhas e alimentos instantâneos, como pode ser observado na Tabela 12.

Tabela 12. Resultados das análises microbiológicas para mistura em pó para a sobremesa instantânea com farinha de jambolão.

ANÁLISES REALIZADAS	RESULTADOS	LIMITES PERMITIDOS
Contagem de Coliformes totais	<100 UFC/g	5 x 10 ³ UFC/g
Contagem de Coliformes termotolerantes	<100 UFC/g	5 x 10 ² UFC/g
Contagem de Bolores e Leveduras	<1 UFC/g	“-“
Pesquisa de presença de <i>Salmonella</i> sp.	Ausência em 25g	Ausência em 25g

3.6 ACEITAÇÃO DA SOBREMESA INSTANTÂNEA DE MAIOR DESEJABILIDADE

Após a realização da análise microbiológica foi realizada à avaliação sensorial em relação aos atributos de cor, sabor, odor, textura e avaliação global. O produto foi considerado aceito se obtivesse maior frequência de notas maiores ou iguais a 6 (gostei ligeiramente) conforme descrito por Stone e Sidel (2004). Com base nos resultados obtidos a sobremesa foi aceita em todos os atributos analisados. Para o atributo cor 85 % das notas ficaram entre 6 e 9, sendo as notas avaliadas em 7 (gostei ligeiramente) e 8 (gostei muito) as notas mais obtidas. Para o sabor, um dos mais importantes na avaliação sensorial, 62 % dos provadores atribuíram notas entre 6 e 9, sendo que a maior porcentagem se encontra no atributo 6 (gostei pouco) e 7 (gostei ligeiramente). No atributo de odor, apenas 61 % atribuíram valores satisfatórios, entre 6 e 9, sendo a maior porcentagem na escala 6 (gostei pouco). Para a textura a sobremesa instantânea

obteve 67 % entre as escala de 6 a 9 e os maiores valores foi para a escala 8 (gostei muito). No parâmetro avaliação global, 65 % das notas ficaram acima ou igual ao ponto de corte definido, sendo a maior frequência para nota 6.

Portanto, verificou-se que as amostras apresentaram uma média de 38 % de aceitação para o atributo cor, 26 % para o atributo sabor, 21 % para o atributo odor, para a textura foi de 24 % e com aceitação global de 26 %. Vasconcelos (2013) avaliou a aceitação sensorial de sobremesa instantânea láctea potencialmente simbiótica e encontraram valores semelhantes ao deste trabalho, para os atributos sabor e aceitação global (29 % e 28 %). De acordo com Buriti; Castro e Saad (2010), pesquisando mousses de goiaba simbióticos com farinha de arroz, também utilizaram teste de aceitação, registrando notas entre 7,2 e 8,0.

Durante a avaliação sensorial, foi verificada também a intenção de compras dos provadores em questão. Pode-se constatar que 65 % dos provadores tiveram algum tipo de intenção de compra para a sobremesa instantânea com farinha de jambolão, sendo que, do total de 100 provadores, 55 % possivelmente compraria o produto. Muitos provadores colocaram nos comentários que se aumentasse a doçura da sobremesa certamente compraria o produto.

4 CONCLUSÃO

É possível a produção da farinha de jambolão através do processo de liofilização, como alternativa de aproveitamento de um fruto que na maioria das vezes é desperdiçado.

As análises realizadas na farinha de jambolão indicaram que a farinha liofilizada pode ser utilizada para ser empregada em sobremesas instantânea ou em outros produtos processados a frio.

Os atributos de textura, cor e sinerese se alteram conforme a quantidade de farinha de arroz pré-gelatinizada, leite em pó e farinha de jambolão, indicando que essas matérias-primas podem ser variadas dependendo do produto desejado.

Os resultados obtidos para a sobremesa instantânea desenvolvida indicam que o novo produto possui aspectos nutritivos com alto valor nutricional e rico em fibra e atrativos com a presença de compostos fenólicos e também com atividade antioxidante.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, E. L. Gelatinization of corn grits by Roll- and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**. Minneapolis, v. 14; n. 1; p.4-12, 1969.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEATH ASSOCIATION. *Enterobacteriaceae, coliforme, and Escherichia coli* as quality and safety indicators. In: DOWNES, F. P., and K. ITO (ed.), Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4^o ed. **American Public Health Association**, Washington, D. C., Chapter 8, v. 4, n. 5, p. 69-82, 2001.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16th ed. Washington, 1995.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC international**. Food composition, additives, natural contaminants, 18 ed., v. 2, Gaithersburg: AOAC International, 2006.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18^a ed. 3^a rev. Washington DC USA, p. 1096, 2010.

AREAS, G.; BAIXAULI, R.; SANZ, T.; VARELA, P.; SALVADOR, A. New functional fibre in Milk puddings: Effect of sensory properties and consumers acceptability. **Food Science and Technology**, Reading, v. 42, n. 1, p. 710-716, 2009.

AUGUSTA, I. M. RESENDE, J. M.; BORGES, S. V.; MAIA, M. C. A.; COUTO, M. A. P. G. Physical and chemical characterization of malay red-apple (*Syzygium malaccensis*, (L.) Merryl & Perry) Skin and pulp, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 928-932, 2010.

ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Características da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 897-905, 2006.

AYYANAR, M.; BABU, P. S. *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituent and traditional uses. **Journal of Tropical Biomedicine**, Asian Pacific, v. 2, n. 3, p. 240-246, 2012.

AZEVEDO, J. C. S. de.; FUJITA, A.; OLIVEIRA, E. L. de.; GENOVESE, M. I.; CORREIA, R. T. P. Dried camu-camu (*Myrciaria dubia* H. B. K. McVaugh) industrial residue: A bioactive-rich Amazonian powder with functional attributes. **Food Research International**, Essex, v. 62, n.1, p. 934-940, 2014.

BALIGA, M.S., BHAT, H.P., BALIGA, B.R.V., PALATY, P.L. Phytochemistry, traditional uses and pharmacology of *Eugenia jambolana* Lam. (black plum): a review. **Food Research International**, Essex, v. 44, n. 7, p. 1776–1789. 2011.

BARCIA, M. T. **Composição Centesimal e de Fitoquímicos em Jambolão (*Syzygium cumini* L.)**. 2009. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS, 2009.

BENHERLAL, P. S.; ARUMUGHAN, C. Chemical composition and in vitro antioxidant studies on *Syzygium cumini* fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 87, n. 14, p. 2560-2569, 2007.

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

BOARI LIMA, A. J.; CORRÊA, A. D.; DANTAS, B. A. M.; LEE, N. D.; AMORIM, A. C. L. Sugars, organic acids, minerals and lipids in jaboticaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 33, n. 2, p. 540-550, 2011.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução **RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <[http:// www.e-legis.bvs.br](http://www.e-legis.bvs.br)>. Acesso em: 21 set. 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 31, de 13 de janeiro de 1998**. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). Diário Oficial da União, (11-E):5, Seção 1, Brasília, DF, 16 jan. 1998. Disponível em: Acesso em: 14 de dezembro de 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, Parágrafo único, inciso II, da Constituição, tendo em vista o **Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952**, e suas alterações que regulamentam a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, que dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal, a Lei nº 7.889, Diário Oficial da União, (11-E):5, Seção 1, Brasília, DF, 23 jan. 2005. Acesso em: 07 de janeiro de 2016.

BURITI, F. C. A.; CASTRO, I. A.; SAAD, S. M. I. Effects of refrigeration, freezing and replacement of milk fat by inulin and whey protein concentrate on texture profile and sensory acceptance of synbiotic guava mousses. **Food Chemistry**, Barking, v. 123, n. 4, p. 1190-1197, 2010.

BRITO, J. G.; SILVA, E. F. M.; COSTA, T. L.; ROCHA, A. P. T.; SILVA, O. S. Propriedades físicas do cominho em pó comercializado nas feiras livres da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.7, n.1, p. 206-211, 2012.

CEBALLOS, A. M.; GIRALDO, G. I.; ORREGO, C. E. Effect of freezing rate on quality parameters of freeze dried soursop fruit pulp. **Journal of Food Engineering**, London, v. 111, n. 3, p. 360-365, 2012.

CEREDA, M. P.; CATÂNEO, A. Avaliação de parâmetros de qualidade da fécula fermentada de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v. 5, n. 2, p. 55-62, 1986.

CHITARRA, M. I. F., CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: UFLA, 2005, 785p.

CONCENÇO, F. I. G.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; OLIVEIRA, I. H. T.; LEONE, R. S. Caracterização e Avaliação das Propriedades Físico-químicas da Polpa, Casca e Extrato de Mirtilo (*Vaccinium Myrtillus*). **Revista brasileira de tecnologia agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 08, n. 01, p. 1177-1187, 2014.

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

DORS, G. C.; CASTIGLIONI, G. L.; AUGUSTO-RUIZ, W. Utilização da farinha de arroz na elaboração de sobremesa. **Revista de Ciências Exatas e Engenharia**, Rio Grande, v. 16, n. 1, p. 63-67, 2006.

ELIASSON, A.C. **Starch in food - Structure, function and applications**. New York: Boca Raton, CRC, 2004. 605p.

FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. Polyphenol availability in fruits and vegetables consumed in Brazil. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 211-218, 2009.

FERNANDES, A. F.; PEREIRA, J.; GERMANI, R.; OIANO-NETO, J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum tuberosum* Lineu). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. Supl., p. 56-65, 2008.

FERRARI, C. K. B. Lipid oxidation in food and biological systems: general mechanisms and nutritional and pathological implications. **Revista Nutrição**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 3-14, 1998.

FERREIRA, M. F. P.; PENA, R. S. Estudo da secagem da casca do maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.1, p.15-28, 2010.

FILHO, D. G. A.; EIDAM, T.; BORSATO, A. V.; RAUPP, D. S. Processamento de produto farináceo a partir de beterrabas submetidas à secagem estacionária. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 207-214, 2011.

FONTES, S. M.; FELINTO, M. **Relatório de Análise de Alimentos**. Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos. Pombal, 2010.

GIUSTI, M. T. F.; WROLSTAD, R. Acylatedanthocyanins from edible sources and their applications in food systems: Review, **Biochemical Engineering Journal**, Amsterdam, v. 14, n. 3, p. 217-225, 2003.

GOLDSTEIN, A.M.; ALTER, E.N.; SEAMAN, J.K.K. GUAR GUM: In: WHISTLER, R. (Ed) Industrial Gums. New York: Associated Press, 1973. p.315.

GUIMARÃES, F. I. T.; CALIARI, M.; SOARES JUNIOR, M. S. instrumental analysis of texture, color and acceptance of instant dessert formulated with broken-rice grains. **Food Science and Technology Research**, Tsukuba, v. 20, n. 4, p. 785-792, 2014.

HAMM, R. L.; KAUFMAN, P. E.; REASOR, C. A.; RUTZ, D. A.; SCOTT, J. G. Resistance to cyfluthrin and tetrachlorvinphos in the lesser mealworm, *Alphitobius diaperinus*, collected from the eastern United States. **Pest Management Science**, West Sussex, v. 62, n. 1, p. 673-677, 2008.

HENRIQUE, J. R.; HENRIQUE, J. R.; RODRIGUES, L. M. A.; PAIXÃO, M. G.; PINTO, S. A.; PACIULLI, S. O. D. Development, physicochemical parameters and sensory evaluation of milk-based dessert made with different species of passion fruit with and without addition of whey. **Revista Instituto Laticínio Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 389, n. 67, p. 27-33, 2012.

IOP, S. C. F.; SILVA, R. S. F.; BELEIA, A. P. Formulation and evaluation of dry dessert mix containing sweetener combinations using mixture response methodology. **Food Chemistry**, Barking, v. 66, n. 2, p. 167-171, 1999.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

KANG, J.; THALALI, K. M.; XIE, C.; KONDO, M.; TONG, Y.; OU, B.; GITT, J.; MEDINA, M. B.; SCHAUSS, A. G.; WU, X. Bioactivities of acai (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpeoleracea* Mart. **Food Chemistry**, Barking, v. 133, n.3, p.671-677, 2012.

KESTEMNBACH H.; BOTA FILHO W. J. Microscopia Eletrônica de Transição e Varredura. São Paulo: **Associação Brasileira de Metais**, 1994.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; DA SILVA, R. Production of jambolan (*Syzygium cumini* Lamarck) jelly: Processing, physical-chemical properties and sensory evaluation. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 847-852, 2006.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of Drying Temperature on the Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape PomacePeels. **Journal of agricultural and food chemistry**, Washington, DC, v. 45, n. 4, p. 1390–1393, 1997.

LI, J.; WALKER, C. E.; FAUBION, J. M. Acidulant and oven type affect total anthocyanin content o blue com cookies. **Journal of Science and Food Agriculture**, Oxford, v. 91, n. 2, p. 38-43, 2011.

LIAOTRAKOON, W.; DE CLERCQ, N.; LEWILLE, B.; DEWETTINCK, K. Physicochemical properties, glass transition state diagram and colour stability of pulp and peel of two dragon fruit varieties (*Hylocereus* spp.) as affected by freeze-drying. **International Food Research Journal**, Essex, v. 19, n. 2, p.743-750, 2012.

LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Composição centesimal, potencial antioxidante e perfil ácidos graxos de sementes de jambolão (*Syzygium cumin* L.). **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 219-223, 2009.

MATSUGUMA, L. S. **Caracterização do amido de mandioquinha salsa (*Arracaciax anthorrhiza*) nativo e modificado por oxidação**. 2006. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006;

MIGLIATO, K. F. MOREIRA, R. R. D.; MELLO, L. C. P.; SACRAMENTO, L. V. S.; CORRÉA, M. A.; SLAGADO, H. R. N. Controle de qualidade do fruto de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 17, n.1, p. 94-101, 2007.

MUNHOZ, M. P.; WEBER, F. H.; CHANG, Y. K. Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 403-406, 2004.

MUSSI, L. P.; GUIMARÃES, A. O. FERREIRA, K. S.; PEREIRA, N. R. Spoutedbed dryingof Jambolão (*Syzygium cumini*) residue: dryingkinet icsandeffecton the antioxidante activity, anthocyanins and nutrientes contents. **LWT- Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 61, n. 1, p. 8-88, 2015.

NAJGEBAUER-LEJKO, D.; SADY, M.; GREGA, T.; WALCZYCKA, M. The impact of tea supplementation on microflora, pH and antioxidant capacity of yoghurt. **Journal International Dairy**, Huntingdon, v. 21, n.3, p. 568 – 574, 2011.

NÓBREGA, E. M. M. A. **Secagem do resíduo de acerola (*Malphigiae marginata DC.*): estudo de processo e avaliação do impacto sobre o produto final**. 2012. 102 p. Dissertação (mestrado em Engenharia Química) – centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal (RN).

NOVAES, G. M.; SILVA, M. J. D.; ACHKAR, M. T.; VILEGAS, W. Compostos antioxidantes e sua importância nos organismos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 11, n. 2, p. 535-539, 2013.

OLIVEIRA, V. B.; YAMADA, L. T.; FAGG, C. W.; BRANDÃO, M. G. L. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive biocompounds. **Food Research International**, Essex, v. 48, n. 10, p. 170–179. 2012.

OLSON, D. W.; ARYANA, K. J. An excessively high *Lactobacillus* inoculation level in yogurt lowers product quality during storage. **Food Science and Technology**, Reading, v.41, n. 4, p.911-918, 2008.

PEREIRA, R. J. **Composição centesimal, aspectos fitoquímicos, atividades antioxidante, hipoglicemiante e anti-hiperlipidêmica de frutos do gênero *Syzygium***. Tese de doutorado. Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG), 2011. 156 p.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G.; VILAS BOAS, E. V. B.; PEREIRA, R. J. Aspectos de qualidade e composição centesimal dos frutos de *syzygium cumini* (L.) *skeels* e *syzygium paniculatum gaertn*. **Revista Cereus**, Gurupi, v. 7, n. 1, p.60-74, 2015.

PÉREZ, O.E.; WARGON, V.; PILOSOL, A.M.R.; Avaliação das propriedades físico-químicas de proteína isolada de soja, amido glúten e suas misturas **Food Hydrocolloids**, v. 20, n. 5, p. 966, 2006.

PRIOR, R. L.; WU, X.; SCHAICH, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, n. 1, p. 4290-4302, 2005.

REYNERTSON, K.; YANG, H.; JLANG, B.; BASILE, M. KENNELLY, E. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, Barking, v. 109, n. 3, p. 883-890, 2008.

RIBEIRO, S. C. A.; RIBEIRO, C. F. A.; PARK, K. J.; ARAUJO, E. A. F.; TOBINAGA, S. Alteração da cor da carne de Mapará (*Hypophthalmichthys dentatus*) desidratada osmoticamente e seca. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 125-135, 2007.

RODRIGUES, K.A. F.; AMORIM, L.V.; DIAS, C. N.; MORAES, D.F. C.; CARNEIRO, S. M. P.; CARVALHO, F. A. A. *Syzygium cumini* (L.) Skeels essential oil and its major constituent - pinene exhibit anti-leishmania activity through immunomodulation invitro. **Journal Ethnopharmacol**, Limerick, v. 160, n. 3, p. 32-40. 2015.

RUFINO, M. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, Barking, v. 121, n. 4, p.996-1001, 2010.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PEREZJIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade 68 Antioxidante Total em Frutas Pela Captura do Radical Livre ABTS**. Embrapa Agroindustrial Tropical: Comunicado Técnico 127. Fortaleza-CE, p. 4, 2010.

SÁ, A. P. C. S. Potencial antioxidante e aspectos químicos e físicos das frações comestíveis (polpa e cascas) e sementes de Jamelão (*Syzygium cumini* L. Skeels). **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 45, n. 1, p. 88, 2008.

SANTOS, D.T.; MEIRELES, M.A.A. Optimization of bioactive compounds extraction from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) skins assisted by high pressure CO₂. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Berlin, v. 12, n. 3, p. 398-406, 2011.

SANTOS, A. C. M. D.; MATOS, C. R. L. de; NETO, J. G.; SANTOS, L. R. dos. **Produção de vinhos**. Relatório. Belém, PA: UFPA, 2013.

SANTOS, A. F.; SILVA, S. M.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, M. S.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Alterações Fisiológicas Durante a Maturação de Pitanga (*Eugenia uniflora*L.). **Proceeding sofinte american society for tropical horticulture**, San Jose, v. 46, [s.n.], p. 52-54, 2014.

SALES, R. L. de; VOLP, A. C. P.; BARBOSA, K. B. F.; DANTAS, M. I.de. S.; DUARTE, H. S.; MINIM, V. P. R. Preferencem apof high-fiber ice cream. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 27-31, 2008.

SANTANA, I.; CARDOSO, M. H. Raiz tuberosa de yacon (*Smallan thusson chifolius*): potencialidade de cultivo, aspectos tecnológicos e nutricionais. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 898-905, 2008.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; PADULA, M.; COLTRO, L.; ALVES, R.M.V.; GARCIA, E.E.C. Embalagens plásticas flexíveis - principais polímeros e avaliação de propriedades. Campinas, **ITAL/ CETEA**, v. 2, n. 1, p. 267, 2002.

SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis. **ITAL**, Campinas, v. 3, n. 5, p. 215, 2011.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M. C. T.; GODOY, H.T. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira Medicina**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 442-449, 2009.

SEOLIN, V. J.; SCAPIM, M. R. da S.; PIERETTI, G. G.; TONON, L. A. C.; MADRONA, G.S. Substituição de sacarose por frutooligosacarídeo em sorvete. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 7, n. 2, p. 106-1073, 2013.

SEVERO J; TIECHER A; CHAVES FC; SILVA JA; ROMBALDI CV. Gene transcript accumulation associated with physiological and chemical changes during stages of strawberry cv. Camarosa. **Food Chemistry** ,Barking, v. 126, n. 1,p. 995-1000, 2010.

SILVA, R. F.; ASCHERI, J. L. R. Extrusão de quirera de arroz para uso como ingrediente alimentar. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 190-199, 2009.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. 3. ed. New York: Academic Press. 2004. 408 p.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of animal science**, Madison, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOUS, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARRO, E. D. S.; ARÚJO, P. B. M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVEZ, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

SOUSA, M. B.; CURADO, T.; VASCONCELLOS, F. N.; TRIGO, M. J. **Mirtilo-qualidade pós-colheita**. Folhas de Divulgação AGRO 556, n. 8, p. 30, 2007.

STATSOFT.**STATISTICA 7.0 for Windows** – Computer program manual.Tulsa: Statsoft, Inc., 2004. CD Room.

STAUFFER, C.E. Functional Additives for Bakery Foods, p. 164-177, 1985.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4. ed. Campinas (SP): UNICAMP, 2011. Disponível em:
<<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>>. Acessoem: 3 de dezembro de 2016.

TESTER, R.F.; KARKALAS, J.; QI, X. Starch - composition, fine structure and architecture. **Journal of Cereal Science**, London, v.39, n. 2, p.151-165, 2004.

VASCONCELOS, C. M.; MARTINS, J. F. L.; RAFAEL, V. C.; FERREIRA, C. L. L. F. Development and sensory evaluation of symbiotic potentially milk dessert. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 68, n. 391, p. 11-17, 2013.

VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R.; RAMOS, A. M.; CERESINO, E. B.; DINIZ, M. D. M. S.; CAMILLOTO, G. P. Effect of whey protein concentrate on texture of fat-free desserts: sensory and instrumental measurements, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 412-418, 2012.

VODA, A.; HOMAN, N.; WITEK, M.; DUIJSTER, A.; DALEN, G. V.; SMAN, R. V. D.; NIJSSE, J.; VLIET, L. V.; DUYNHOVEN, J. V. The impact of freeze-drying on microstructure and rehydration properties of carrot. **Food Research International**, Essex, v. 49, n. 2, p. 687-693, 2012.

WENZEL, G. E. **Bioquímica Experimental dos Alimentos**. São Leopoldo/RS: Editora Unisinos, 2001.

CAPÍTULO III - UTILIZAÇÃO DA FARINHA DA PALHA DE MILHO ROXO NA PRODUÇÃO DE SOBREMESA INSTANTÂNEA

RESUMO

Os desenvolvimentos de novos produtos com apelo nutricional vêm crescendo a cada dia. O aproveitamento de subprodutos, na elaboração desses novos produtos, pode ser uma alternativa para produção de formulações saudáveis e também com baixo custo de produção. O milho roxo é uma variedade distinta de milho que oferece uma forte pigmentação roxa no pericarpo dos grãos, no sabugo e também na palha, isso ocorre devido à grande quantidade de antocianinas presentes nesse cultivar. A palha do milho roxo é descartada ou utilizada em pequena quantidade na produção de artesanato. Uma alternativa para a utilização desse subproduto é o seu processamento para produção de farinha, pelo processo de secagem e trituração, para posterior utilização na produção de alimentos. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo produzir farinha de palha de milho roxo, caracterizar quanto à composição centesimal, características físicas e químicas, compostos bioativos e microscopia eletrônica de varredura. Além de elaborar sobremesas instantâneas, com diferentes proporções de farinha de arroz pré gelatinizada, leite em pó e farinha da palha do milho e selecionar a melhor formulação, considerando as características químicas e físicas das formulações testadas e avaliar a qualidade química, física, microbiológica e sensorial da sobremesa selecionada. Sete formulações foram instituídas pelo delineamento de misturas para seleção da melhor utilizando a análise do perfil textural, as coordenadas de cor e a análise de sinerese. As respostas foram conjuntamente otimizadas usando uma função multi resposta para determinação da sobremesa experimental de maior desejabilidade. A formulação de sobremesa selecionada foi a com 38,68 g de farinha de arroz pré gelatinizada, 15,75 g de leite em pó e 8,56 g de farinha de palha de milho. Os resultados da avaliação sensorial indicaram que 47 % dos provadores possivelmente comprariam a sobremesa instantânea, além de uma aceitação global de 68 %, com notas entre 6 e 9 da escala hedônica. Conclui-se que é possível a produção de uma farinha de palha de milho roxo e essa possui potencial tecnológico para elaboração das sobremesas instantâneas ricas em antocianinas.

Palavra-Chave: *Zea mays* L., antocianina, fibras e desenvolvimento de produtos.

ABSTRACT

Developments of new products with nutritional appeal are growing every day. The use of by-products, in the elaboration of these new products, can be an alternative for the production of healthy formulations and also with low cost of production. Purple maize is a distinct variety of maize that offers a strong purple pigmentation in the pericarp of the grains, in the cob and also in the straw, this is due to the great amount of Anthocyanins present in this cultivar. Purple corn straw is discarded or used in small quantities in the production of handicrafts. An alternative to the use of this by-product is its processing for flour production, by the drying and grinding process, for later use in food production. Therefore, the present work had as objective to produce flour of purple corn straw, characterize as to the composition centesimal, physical and chemical characteristics, bioactive compounds and scanning electron microscopy. In addition to preparing instant desserts with different proportions of pregelatinized rice flour, powdered milk and corn straw flour and selecting the best formulation, taking into account the chemical and physical characteristics of the formulations tested and evaluating the chemical, physical, microbiological and The selected dessert. Seven formulations were instituted by the design of blends for selection of the best using the analysis of the textural profile, the color coordinates and the syneresis analysis. The responses were jointly optimized using a multi-response function to determine the most desirable experimental dessert. The selected dessert formulation was 38.68 g of pregelatinized rice flour, 15.75 g of powdered milk and 8.56 g of corn flour. Sensory evaluation results indicated that 47 % of tasters were likely to buy instant dessert, in addition to an overall acceptance of 68 %, with scores ranging from 6 to 9 on the hedonic scale. It is concluded that it is possible to produce a purple corn straw meal and this technological potential for the preparation of instant anthocyanin-rich desserts.

Keywords: *Zea mays* L., Anthocyanin, fibers and product development.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é considerado um dos cereais mais cultivados no mundo. Além de ser utilizado na alimentação animal, é um alimento bastante consumido por vários grupos de pessoas. Pesquisas relatam os diferentes tipos de colorações do milho, entre eles o amarelo mais comum, azul, vermelho, roxo e marrom (ZILÍC et al., 2012).

O milho roxo é uma variedade caracterizada por possuir uma forte coloração roxa, tanto no seu sabugo, pericarpo dos grãos e também em sua palha, essa coloração é devido as altas quantidades de antocianinas presentes. Essa variedade foi muito cultivada por séculos na região Andina da América do Sul, no Peru e no Chile este cereal é ainda hoje bastante utilizado para a elaboração de bebidas tradicionais, chamada “Chicha morada” e também para extração de corantes para colorir tecidos (PETRONI, PILU, TONELLI, 2014).

A variedade de milho roxo tem sido estudada no Brasil por ser uma rica fonte de compostos fenólicos, especialmente antocianinas e também em antioxidantes. Esses pigmentos naturais vêm evidenciando propriedades cardioprotetoras, prevenção da obesidade, nefropatia diabética, e inibição da glândula mamária e da próstata com estudos em animais (TOUFEKTSIAN et al., 2008). As antocianinas presente no milho roxo são formadas por antocianidinas glicosiladas, o teor de antocianinas monoméricas encontradas na literatura nessa matriz vão de 1,4 até 13,23 mg equivalentes a cianidina-3-o-glicosídeo (cy-3-glu)/g de milho roxo. Tradicionalmente os pigmentos antociânicos são utilizados para dar cor aos alimentos ácidos, comumente com pH abaixo de 3, apesar das antocianinas serem consideradas estáveis quando são usadas para adicionar cor a produtos com pH neutro ou ligeiramente alcalino (JING, 2006).

A palha do milho roxo é rica em antioxidantes que são substâncias que evitam ou retardam a oxidação do substrato oxidável. Se o mecanismo de ação for pelo meio da reação do antioxidante com o radical livre, o radical formado precisa ser estável (MIGUEL, 2011). Com as várias vantagens que a palha de milho roxo possui e segundo Pedreschi e Cisneros-Zevallos (2006) a preocupação e interesse do mercado e da indústria de alimentos em vender produtos que acrescentem o bem estar e melhora a saúde do consumidor, uma alternativa é a produção de farinha de palha de milho roxo mantendo suas propriedades benéficas para a saúde para que possa ser utilizada em

novos produtos que também não alterem essas características após o seu processamento, como é o caso das misturas de sobremesa instantâneas que são processadas a frio.

De acordo com Silva et al. (2010), um produto instantâneo como as sobremesas instantâneas, apresentam-se como uma mistura em pó que é caracterizado por ser de rápido preparo quando adicionado água ou leite. Essas sobremesas se sobressaem por sua versatilidade no manuseio, armazenamento, processo de fabricação, estabilidade química e microbiológica. Desta forma, o termo “instantâneo” também pode ser empregado para descrever os alimentos em pó que são facilmente miscíveis em água fria. Como não ocorre o aquecimento, a farinha de palha de milho roxo pode ser utilizada como uma alternativa de um produto rico em antocianina e compostos fenólicos na elaboração de sobremesas instantâneas.

Sendo assim, em função das características desejáveis da palha de milho roxo, o objetivo deste trabalho foi produzir farinha da palha de milho roxo, caracterizá-la e aplicá-la no desenvolvimento de sobremesa instantânea.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As matérias-primas utilizadas na elaboração da sobremesa instantânea foram adquiridas em supermercado local na cidade de Goiânia-GO, o açúcar de confeitiro (Marca União), saborizante farinha de amora (Marca NutriGold), leite em pó (Italac) . A goma guar foi doação da empresa FEGO localizada na cidade de Goiânia-GO.

A Para obtenção da farinha de arroz pré-gelatinizada, utilizaram-se grãos quebrados de arroz adquiridos da indústria Cristal Alimentos, localizada na cidade de Goiânia-GO. Os grãos quebrados de arroz foram extrusados em extrusora termoplástica (Imbramaq, PQ30, Ribeirão Preto, Brasil) de rosca única com taxa de compressão da rosca de 3:1, taxa de alimentação de 350 g.min.⁻¹, abertura da matriz circular de 4 mm de diâmetro, temperatura na primeira, segunda e terceira zona de aquecimento do extrusor de 40 °C, 60 °C e 90 °C, respectivamente e rotação da rosca a 250 rpm.

2.1 PRODUÇÃO DA FARINHA DA PALHA DE MILHO ROXO

Foram utilizados aproximadamente 20 kg de palhas de milho roxo (*Zea Mays* L.), adquiridos, na fazenda Nossa Senhora Aparecida (latitude 16,965475 Sul, longitude 49,184229 Oeste e altitude 787 m), no município de Hidrolândia (GO). As palhas foram selecionadas, lavadas com água corrente e sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio, posteriormente foram secas em uma estufa com circulação de ar e renovação de ar (35 °C) (marca Tecnal, modelo TE-394/4 mp, SP/Brasil). A produção da farinha de milho roxo obedeceu aos seguintes passos: após a secagem das palhas, passaram por três processos de trituração, o primeiro realizado em moinho de rotor tipo ciclone (Marca Tecnal, modelo TE-651/2, SP/Brasil) com peneira de 0,5 mm; posteriormente a palha triturada passou pelo mesmo moinho com peneira de 0,2 mm; por último foi utilizado um moedor de café (Marca Candence, modelo MDR301, SP/Brasil). Seguidamente realizou um peneiramento em peneira de 120 mesh para retirada das partículas maiores e a obtenção de uma farinha com granulometria fina. A farinha processada foi armazenada em sacos de polietileno com zíper hermético, a -18 °C até o início dos ensaios.

Para caracterização da matéria prima utilizou-se AOAC (2006) para determinação da umidade e lipídeos totais, para proteína bruta AOAC (1995), cinzas AOAC (2006). O teor de carboidratos foi calculado pelo método de diferença, subtraindo-se de cem os valores de umidade, extrato etéreo, proteína, fibra e cinzas (SNIFFEN et al.,1992). Acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis (SST) foram determinados segundo a AOAC (2010). Parâmetros Colorimétricos foram determinados utilizando colorímetro (Branking Meter minolta, BC-10, Ramsey, USA) segundo a metodologia proposta por Oliveira (2012). Os índices de absorção em água IAA, solubilidade em água (ISA) e absorção em óleo (IAO) foram determinados segundo metodologia descrita por Anderson et al. (1969). Para a determinação da atividade de água (aw), utilizou-se um medidor (AqquaLab, CX-2, Washington, EUA). O tamanho das partículas das amostras foi determinado utilizando um agitador de peneiras (Marca Bertel, modelo 4819, Caieras, SP, Brasil) com a metodologia descrita por Cereda e Catâneo (1986). Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método proposto por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997) a antocianina monoméricas por (GIUST; WROLSTAD, 2003). Para a medida da atividade antioxidante foi utilizada a metodologia descrita por Scherer e Godoy (2009). As amostras foram caracterizadas do ponto de vista morfológico por microscopia eletrônica de varredura (MEV) segundo a metodologia proposta por Kestemnbach (1994).

2.2 ELABORAÇÃO DA SOBREMESA INSTANTÂNEA COM FARINHA DE PALHA DE MILHO ROXO

Foram realizados alguns pré-teste das formulações, onde as elaborações das sobremesas seguiu a metodologia descrita por Iop et al. (1999) e Areas et al. (2009), que possuem como insumos: leite em pó, açúcar, farinha de arroz pré-gelatinizada, goma, saborizador e água. Sendo que, nos pré-testes ajustou-se a quantidade de goma, o saborizante (farinha de amora) e a quantidade de açúcar, á partir das observações sensoriais feitas por cinco pesquisadores envolvidos, comparando a amostra com o padrão (sobremesa sabor chocolate), definiu-se a quantidade de insumos fixos a serem utilizados, assim como o aroma de amora.

Utilizando diversas formulações, foram determinadas as faixas de proporções, seguindo o protocolo: Pesando-se os ingredientes goma guar, açúcar, saborizante, farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de palha de milho roxo (FPMR) de acordo com a Tabela 1. Posteriormente os ingredientes foram colocados em liquidificador (marca Italex, modelo LQI-02, SP/Brasil) com a adição de água (10°C), simulando a forma de preparo pelo consumidor. Após completa homogeneização (1 min), adicionou-se em béqueres para serem levados à geladeira a 10 ± 1 °C, por 24 horas.

Tabela 1. Faixas utilizadas dos componentes para a farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de palha de milho roxo (FPMR) no planejamento de misturas para a otimização da melhor formulação de sobremesa instantânea.

Componente	Mínimo	Máximo
FAPG %	0,5	0,7
LP %	0,2	0,4
FPMR %	0,05	0,15

A partir das faixas de variações dos ingredientes determinaram-se os valores em pseudocomponentes (X) (Equação 1), onde os níveis dos ingredientes foram estabelecidos em testes preliminares. De sete formulações diferentes além das 2 repetições no ponto central. Onde geraram as Equações 2, 3 e 4, para melhorar o efeito das variáveis independentes foram usados esses valores.

$$X_i = \frac{c_i - a_i}{1 - \sum_{i=1}^q a_i} \quad \text{(Equação 1)}$$

No qual,

$$0 \leq a_i \leq c_i;$$

$\sum_{i=1}^q a_i < 1$, ou seja, a soma de todos estes componentes deve ser menor que 1;

$$i = 1, 2, 3, \dots, q;$$

q = número de componentes da mistura;

x_i = teor do componente, em termos de pseudocomponente;

c_i = proporção real do componente;

a_i = limite mínimo não-nulos da concentração do componente.

Assim, os ingredientes em estudo puderam ser expressos em pseudocomponentes, utilizando a equação 2 para FAPG, equação 3 para o LP e equação 4 para FPMR para as sobremesas instantâneas com farinha de palha de milho.

$$X_{\text{FAPG}} = \frac{C_{\text{FAPG}} - 0,5}{1 - 0,75} \quad (\text{Equação 2})$$

$$X_{\text{LP}} = \frac{C_{\text{LP}} - 0,2}{1 - 0,75} \quad (\text{Equação 3})$$

$$X_{\text{FPMR}} = \frac{C_{\text{FPMR}} - 0,05}{1 - 0,75} \quad (\text{Equação 4})$$

No qual,

X = teor do componente, em termos de pseudocomponente;

C = proporção real do componente.

Logo após a definição dos valores em pseudocomponentes e as proporções dos ingredientes das formulações do delineamento (Tabela 2), definiu-se também as concentrações reais dos ingredientes (Tabela 3). Sendo que essas concentrações reais foram definidas multiplicando as proporções encontradas por 63 %. Em que esses valores percentuais pertence à quantidade de FAPG, LP, FPMR os ditos ingredientes variáveis, uma vez que os insumos fixos, goma guar, açúcar e sabor, determinados primeiro, totalizam 2, 28 e 7 % da formulação, respectivamente.

Tabela 2. Pseudocomponentes e proporções dos ingredientes na mistura ternária de sobremesa com farinha de milho roxo, através de planejamento estatístico, sendo que $X_1 + X_2 + X_3$ ou 100 %.

Formulações	Pseudocomponentes*			Valores reais (%)		
	FAPG	LP	FPMR	FAPG (X_1)	LP (X_2)	FPMR (X_3)
1V	0,8	0	0,2	0,70	0,20	0,10
6V	0	0,6	0,4	0,50	0,35	0,15
3V	0,8	0,2	0	0,70	0,25	0,05
5V	0,6	0	0,4	0,65	0,20	0,15
4V	0,2	0,8	0	0,55	0,40	0,05
2V	0	0,8	0,2	0,50	0,40	0,10
7c (1)	0,4	0,4	0,2	0,60	0,30	0,10
7c (2)	0,4	0,4	0,2	0,60	0,30	0,10
7c (3)	0,4	0,4	0,2	0,60	0,30	0,10

*Fonte para o delineamento de pseudocomponentes: Statsoft, 2004.

Tabela 3. Concentrações reais dos ingredientes nas formulações testadas para as sobremesas com farinha de palha de milho roxo.

Formulações	Em concentrações reais (g)		
	FAPG(C_1)	LP (C_2)	FPMR (C_3)
7c (1)	40,8	20,4	6,8
7c (2)	40,8	20,4	6,8
7c (3)	40,8	20,4	6,8
1V	47,6	13,6	6,8
6V	34	23,8	10,2
3V	47,6	17	3,4
5V	44,2	13,6	6,8
4V	37,4	27,2	3,4
2V	34	27,2	6,8

Depois de encontrar todos os valores reais, e os valores em pseudocomponente foi efetivado a caracterização do delineamento de todas as misturas, onde realizou análise de textura (perfil de textura) coordenada de cor e sinerese. Para o parâmetro de textura utilizou um texturômetro TA.XT (Extralab, *Express Enhanced*, Godalming, UK) e o

registro dos resultados foi alcançados através do *Software Texture Express* (Extralab, *Express Enhanced*, Godalming, UK). Empregou-se as condições de operação propostas por Vidigal (2012). Utilizou-se a mesma metodologia para a determinação do perfil textural da amostra padrão comercial.

Juntamente com a análise de textura efetuaram-se também análise de coordenada de cor das amostras experimentais por reflexão em colorímetro (Branking Meter minolta, BC-10, Ramsey, USA), de acordo com Oliveira (2012). A análise de sinerese foi determinada com base no método usado por Olson e Aryana (2008).

Posteriormente a coleta de dados, foram ajustadas as equações polinomiais para cada resposta da textura, sinerese e cor, avaliando os respectivos coeficientes, através dos modelos canônicos de Scheffe, para três componentes: modelos linear (Equação 5) e quadrático (Equação 6). As variáveis dependentes avaliadas foram os componentes do perfil textural, bem como os parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* , b^* , c^* e H°) e a sinerese.

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 \quad \text{(Equação 5)}$$

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 \quad \text{(Equação 6)}$$

Na qual:

y= variável dependente;

β = coeficiente de regressão para cada componente do modelo;

x_1 = FAPG;

x_2 = LP;

x_3 = FPMR

Os modelos matemáticos ajustados a cada resposta do ensaio de mistura foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para avaliação do nível de significância, p (probabilidade de significância), o coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado), e a falta de ajuste (FA). Para a obtenção do planejamento experimental, análise dos dados e construção dos gráficos foi utilizado o programa Statistica versão 7.0 (STATSOFT, 2004).

A partir dos valores obtidos nas análises de textura, cor e sinerese, fizeram-se os ensaios de validação dos modelos, confrontando os resultados esperados com os

observados, utilizando-se duas repetições originais e cinco replicatas para todo o delineamento de textura.

Com os modelos matemáticos concebidos para as características tecnológicas das sobremesas (Perfil textural, cor e sinerese), determinados no planejamento experimental e com o auxílio da função “response desirability profiling”, do programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004), realizou-se o cálculo para escolha da melhor formulação da sobremesa com farinha de palha de milho roxo, com base nas variáveis independentes utilizadas (FAPG, LP e FPMR).

Depois de definir a amostra de maior desejabilidade realizaram-se as análises de composição proximal (umidade, lipídios, proteína, cinzas, fibras e carboidratos), análises físicas e químicas (pH, acidez total, sólidos solúveis), atividade de água, absorção em água e óleo, solubilidade em água, parâmetros instrumentais de cor e análise de compostos bioativos (compostos fenólicos, antocianinas e antioxidantes). Resultados esses sendo avaliados para todo o experimento por meio da exploração dos resultados experimentais realizado com quatro repetições em triplicata, totalizando doze unidades experimentais e os resultados expressos em média e o desvio-padrão das amostras.

A análise microbiológica da sobremesa instantânea obedeceu aos padrões recomendados pela Resolução nº 12, da ANVISA/MS, de 2001 (BRASIL, 2001). Realizaram-se contagem de Coliformes totais, coliformes termotolerantes, bolores e leveduras, como também a pesquisa de presença/ausência de *Salmonella* sp, de acordo com as técnicas descritas pela *American Public Health Association* (APHA, 2001).

Assim que se verificou a qualidade sanitária da sobremesa de maior desejabilidade, foi feito um teste sensorial com 100 provadores não treinados, utilizando uma escala hedônica de 9 pontos (9 = “gostei extremamente” e 1 = “desgostei extremamente”), sendo avaliados cinco atributos (sabor, textura, cor, odor e avaliação global) (STONE; SIDEL, 2004). O projeto desta pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa da UFG sob número de protocolo: CAAE 58165916.7.0000.5083.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE PALHA DE MILHO ROXO

O teor de umidade e quantidades de cinzas (Tabela 4) da FPMR, não ultrapassaram os limites máximos exigidos pela legislação de farinhas no valor de 15 g 100 g⁻¹ para umidade e 2,0 g 100 g⁻¹ para cinzas (BRASIL, 2005). Resultado semelhante a este foram obtidos por Ascheri et al. (2006), ao trabalhar com a farinha do bagaço de jabuticaba obtida no município de Nova Fátima - GO, encontrando teor de 7,08 g 100 g⁻¹. Já Ferreira et al. (2012), encontraram valores superiores de umidade 12,05 g 100 g⁻¹, para a farinha de jabuticaba. Isso demonstra a eficiência da secagem da palha de milho roxo, mesmo sendo temperatura baixa. De acordo com a legislação os valores encontrados classificam a FPMR como uma farinha de boa qualidade, pois segundo Freire (2014), a umidade é uma das medidas mais importantes e aplicadas na análise de alimentos, estando esse parâmetro pertinente com a estabilidade, qualidade e composição de produtos alimentícios.

O teor de cinzas (Tabela 4), segundo Brasil (2005), evidenciou que a FPMR pode ser considerada um alimento enriquecido com minerais colaborando dessa maneira para a sustentação saudável do organismo. Valores inferiores (1,13 g 100 g⁻¹) foram obtidos por Marquetti (2014) em palha de milho comum. Vieites et al. (2011), encontraram valores superiores do teor de cinzas (4,26 g 100 g⁻¹) em farinha de casca de jabuticaba. Este mesmo autor diz que os minerais são indispensáveis para o desempenho das funções normais das células, pois ajudam a regular a ativação de diversas enzimas, o equilíbrio ácido-base, a pressão osmótica, a atividade muscular e nervosa.

Os valores de lipídeos e proteína foram baixos (Tabela 4), quando comparados aos valores obtidos por Embrapa Floresta (2015) em pesquisa sobre o valor nutricional da jabuticaba, relatando cerca de 0,74 g 100 g⁻¹ de lipídios e 0,30 g 100 g⁻¹ de proteínas em farinha da casca de jabuticaba. Segundo Cuppari (2005), valores baixos de lipídios são interessantes, pois os consumidores e a medicina têm buscado alimentos com baixos teores de gorduras e valor calórico, já que a obesidade é considerada uma epidemia mundial. Para as proteínas valores maiores foram analisados pela USDA (2012), em farinha de mirtilo que encontrou 0,74 %, e Goldmeyer (2014), avaliando farinha de

bagaço de mirtilo, encontrou valores bem próximos de $0,24 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$. Castro Filho et al. (2007) avaliando palha de milho amarelo encontrou valores superiores aos do presente estudo para proteína ($0,40 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$) e lipídeos ($0,35 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$), indicando que as palhas, independente da cor, possuem teor de lipídeos e proteínas similares.

As fibras alimentares apresentaram valores altos (Tabela 4), quando comparados a frutas ricas em antocianinas (jaboticaba e uva), podendo então ser considerado um produto rico em fibras, de acordo com a Portaria n°. 27/1998 – ANVISA e FAO (2011), um alimento sólido que contenha de 3,0 a $6,0 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ de fibras é considerado “fonte” de fibras e acima disso classificado como alimento com “alto teor” de fibras (BRASIL, 1998). Nos últimos anos as fibras alimentares vêm trazendo grande interesse em estudos, pois têm funções no organismo de acordo com a solubilidade em água, sendo insolúveis ou solúveis (HUR, 2012). Santos (2013) analisando farinha da casca de abobora e Santana et al. (2011) pesquisando farinha da casca de maracujá encontraram valores superiores de fibra alimentar com $34,57 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ e $36,05 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, respectivamente.

O teor de carboidratos encontrados na FPMR está abaixo dos padrões estabelecidos pela Legislação Brasileira (BRASIL, 1995) para farinhas, que institui índice mínimo de 70 – 75 % para carboidratos. Valores menores de 24,79 e 25,86 % foram relatados por USDA (2012), analisando bagaço de mirtilo. Amaral (2008) relatou que os carboidratos são nutrientes que fornecem basicamente energia para o organismo. Os carboidratos são formados por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio, e estão presentes em alimentos como massas, doces, arroz, pães e farinhas, assim como na farinha de palha de milho roxo.

A FPMR apresentou baixo valor de luminosidade (Tabela 4). Esses valores foram próximos ao preto. Segundo Oliveira (2009), as antocianinas apresentam cor bem próxima ao roxo escuro. De acordo com Manach et al. (2004) as antocianinas são pigmentos responsáveis pela coloração vermelha, azul e roxa de flores e frutos. O valor médio encontrado para a coordenada de cor a^* (Tabela 4) indicou a presença de pigmentos avermelhados. Para a coordenada b^* observou-se pequena presença de pigmentos amarelados, isso pode ser explicado devido à palha estar seca e apresentar algumas partes de coloração amarelada (Figura 1). Os valores encontrados no cálculo de c^* e graus hue (H°) (Tabela 4) indicaram que a FPMR possui tonalidade vermelha-roxeada e que essa é indicadora de que em sua composição apresenta presença de antocianinas. Para Barcia et al. (2012), valores positivos de croma (c^*) indicam maior

pureza ou intensidade da cor, e altos para H°, indicam a tonalidade da amostra, sendo que 0° ou 360° possui tom vermelho; 90° amarelo; 180° o verde e 270° o azul.

Yang (2010) avaliou milho roxo chinês que é rico em antocianinas e relatou baixa luminosidade (30,44), pigmentos avermelhados (a* 10,9) e uma tonalidade azulada b* (7,09). Para o croma (c*) encontrou (12,65) e para ângulo hue (H*) 312,60.

Tabela 4. Médias e desvio padrão da composição proximal e coordenadas de cor L*, a*, b*, c* e H° da farinha de palha de milho roxo (FPMR).

Parâmetros	FPMR¹
Umidade ²	8,19 ± 0,10
Cinzas ²	1,46 ± 0,07
Lipídeos ²	0,24 ± 0,04
Proteínas ²	0,28 ± 0,01
Fibras Alimentar totais ²	31,10 ± 0,10
Carboidratos Totais ²	59,70 ± 1,00
L*	49,60 ± 0,70
a*	11,90 ± 0,81
b*	7,31 ± 0,39
c*	13,90 ± 0,55
H°	316,90 ± 3,94

¹Valores expressos em médias seguidas pelos desvios-padrão

² g 100g⁻¹

De acordo com Delgado-Vargas e Paredes López (2003) a pigmentação de uma planta que contém antocianinas é influenciada por substâncias como as flavonas, que atuam como copigmentos afetando assim suas propriedades. Os mesmos autores relatam que a copigmentação intermolecular é um fenômeno observado com antocianinas que reagem com vários tipos de grupos químicos. Ocorre uma indução para um deslocamento a um comprimento de onda maior, tendo como resultado intensidades maiores de vermelho, acoplados com um aumento grande na absorvidade, fornecendo propriedades tintoriais melhoradas.



Figura 1. Palha de milho roxo.

Os valores médios de pH obtidos para a FPMR (Tabela 5), foram menores que os relatados por Gamarra (2009) avaliando sabugo de milho roxo e vermelho adquiridos no sul de Lima, Peru (5,70 e 5,83), indicando que a palha possui possivelmente pH diferenciado dos demais componentes do milho. Ferreira (2010), obteve valores superiores de pH (5,50) em farinha de bagaço de uva, também rica em antocianinas. De acordo com Amorim (2012), o pH é um parâmetro de grande importância pois, consiste em ser bem seletivo da presença de microrganismo e da ocorrência de interações químicas.

A média de acidez titulável (AT) encontrada para a FPMR (Tabela 5) pode ser considerada ideal para utilização desta no desenvolvimento de novos produtos. Pesquisas realizadas por Cabral (2005) relatou que a acidez indica o nível de fermentações fáceis de ocorrer e que são maiores quando o nível de acidez é mais alto. Não existem limites para a farinha estudada, no entanto para a farinha de mandioca a Legislação Brasileira preconiza o valor de (máximo de 2,0 mL de NaOH N 100 g⁻¹) (BRASIL, 1978). Borges et al. (2009) avaliaram farinha de mirtilo, rica em antocianinas, e encontraram valores de 0,06 g 100 g⁻¹ de acidez. Goldmeyer (2014) encontrou acidez total para a farinha de mirtilo e farinha do bagaço de mirtilo de 0,20 a 0,23 g 100 g⁻¹ em ácido málico, respectivamente, valores esses próximos aos encontrados para a FPMR.

Os resultados médios obtidos para os sólidos solúveis totais (SST) da FPMR (Tabela 5) foram superiores aos relatados Storck (2015) analisando farinha de resíduo de uva (0,22 °Brix), essa diferença pode ser explicada pelas diferenças entre as matérias

primas e seus processamentos. Castro Filho et al. (2007) estudando palha de milho verde encontrou valores superiores aos deste estudo (0,60 °Brix).

O resultado da atividade de água (Tabela 5) indicou valores abaixo do que os relatados por Neto (2005) em farinha de mandioca (0,30). Sendo o valor limite recomendado para atividade de água em produtos secos de 0,60, pois abaixo desse valor se extingue a possibilidade de crescimento de microrganismos, e também reduz as atividades de reações deterioradoras dos alimentos. Pinto et al. (2009) em um estudo realizado com palha de milho comum encontrou valor superior ao deste estudo 0,40.

Segundo Nakorn et al. (2009) o IAA e o ISA fornecem a massa de água absorvida e a quantidade de componentes solúveis que foi lixiviada, respectivamente. A realização dessas análises são importantes devido à utilização da farinha no processamento de sobremesas instantâneas. O IAA, IAO e ISA (Tabela 5) encontrados nesse estudo foram relativamente baixos, estes baixos valores indicam que a água e o óleo se ligam fracamente com a FPMR. Ferreira (2009) explicou que o IAA e ISA podem ser aumentados com o aquecimento de uma suspensão de farinha, uma vez que o fornecimento de energia poderá causar uma quebra das ligações intermoleculares da farinha e expor suas hidroxilas, que por sua vez poderá se ligar facilmente a água. Neves et al. (2009) estudando as propriedades higroscópicas de farinha de casca de maracujá observou que a farinha apresentou IAA (12,29) e IAO (3,00), valores inferiores aos relatados nesse estudo. Segundo os autores, os valores encontrados para absorção de água podem ter sido influenciados pelo tempo de secagem, o qual poderia alterar a estrutura dos polissacarídeos e conseqüentemente reduzir a absorção.

Tabela 5. Médias e desvio padrão das características físicas e químicas (pH, acidez titulável (AT) ($\text{g ácido cítrico } 100\text{g}^{-1}$), sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), atividade de água (aw), índice de absorção e de, solubilidade em água e de absorção em óleo da farinha de palha de milho roxo FPMR.

Parâmetros	FPMR
pH	4,99 ± 0,03
AT	0,22 ± 0,02
SST	0,50 ± 0,04
aw	0,33 ± 0,01
IAA (g gel/g)	17,10 ± 0,25
IAO (g gel/g)	4,32 ± 0,14
ISA (%)	4,46 ± 0,54

Os valores médios de antocianinas encontrados na FPMR (Tabela 6) foram inferiores aos relatados por Kuskoski et al. (2004) na cidade de Sevilha, em polpas ricas em antocianinas, amora, uva, morango, açaí, acerola e goiaba, 41,8; 30,9; 23,7; 22,8; 16,0 e 2,7 mg 100 g⁻¹ por peso da matéria fresca, respectivamente. Valores próximos ao da FPMR foram relatados por Goldmeyer et al. (2014), em farinhas de mirtilo e bagaço de mirtilo, 124,5 e 115,21 mg 100 g⁻¹, respectivamente, mais abaixo dos verificados por Rockenbach et al. (2007) para o extrato de farinha do bagaço de uva *Vitis vinífera*, foi de 130 mg 100 g⁻¹. De acordo com Macheix et al. (1990) e Teixeira et al. (2008) o teor de antocianinas pode ser influenciado por diversos fatores, tais como, temperatura, clima e iluminação, tendo então uma dificuldade de comparação entre diferentes materiais, cultivos e condições ambientais.

A produção da FPMR desse estudo foi realizada utilizando uma estufa com circulação de ar, em temperatura de 35 °C, com o intuito de manter os compostos bioativos, com isso observa-se nos resultados obtidos um alto teor de compostos fenólicos (Tabela 6). Jing (2006), estudando milho roxo, encontrou valores de até 435,16 mg equivalentes a ácido gálico (EAG) g⁻¹, valores esses similares aos encontrados para FPMR. Fukamachi et al. (2008), obtiveram 117,1 mg 100 g⁻¹ em seus estudos com milho roxo fornecidos por Osaka, Japão. Valores menores do que o do presente estudo.

O teor médio da porcentagem de sequestro radical de antioxidante obtido para a FPMR (Tabela 6) que foi superior aos encontrados por Balestro (2011), em farinhas de bagaço de uva branca e de maçã, 52,84 ± 0,02 e 24,45 ± 0,02 μmol g, respectivamente. No entanto Cataneo et al. (2008) obtiveram valores entre 347,88 ± 6,63 a 463,46 ± 2,76 μmol g, em bagaço de uva escura da variedade Pinot Gris. Para esses últimos autores o teor extraído está relacionado com a temperatura de extração. No trabalho realizado por Hassimoto, Genovese e Lajolo (2005), avaliando a capacidade antioxidante de frutas, vegetais e polpas de frutas, ressaltaram maior capacidade antioxidante em amostras contendo altos teores de antocianinas (3,00 mg L⁻¹). A mesma relação foi confirmada por Munõz-Espada (2004), analisando as cultivares de *Vitisvinifera* e *Vitislabusca*, nas quais se observou uma associação positiva entre o conteúdo de antocianinas e a capacidade antioxidante pelo método de sequestro de radicais livres do DPPH.

Tabela 6. Médias e desvio padrão dos compostos bioativos, antocianinas, compostos fenólicos e antioxidantes da farinha de palha de milho roxo (FPMR).

Parâmetros	FPMR
Antocianina (mg L ⁻¹)	188,19 ± 4,72
Compostos Fenólicos (mg 100g ⁻¹)	409,39 ± 4,51
Antioxidantes (g 100g ⁻¹)	88,93 ± 0,40

Os resultados da análise granulométrica da FPMR demonstraram maior retenção na peneira de 80 mesh (Tabela 7). Coelho e Wosiacki (2010), estudando farinha de bagaço de maçã, encontraram 59,3 % de farinha com granulometria inferior a 0,5 mm, e 30,7 % com de 0,5 mm. Segundo Borges et al. (2011), o tamanho das partículas influencia diretamente a capacidade de absorção de água, bem como o tempo de mistura, aceitação sensorial (aparência, textura e principalmente o sabor) e as partículas finas e uniformes provocam maior aceitação nos produtos.

Tabela 7. Abertura e percentual de amostra retida nas peneiras durante a análise granulométrica da farinha de palha de milho roxo.

Mesh	Abertura (mm)	FPMR (%)
30	0,150	0,32 ± 0,03
60	0,160	5,69 ± 0,06
80	0,180	41,20 ± 0,19
100	0,150	11,77 ± 0,23
120	0,125	14,63 ± 0,34
Base	000,0	26,55 ± 0,80

Neste trabalho a Microscopia Eletronica de Varredura (MEV) foi utilizado para verificar as características das partículas da FPMR. A Figura 2.A mostrou a existência de partículas de vários tamanhos na farinha. Essas partículas mostram que têm características de material fibroso. A Figura 2.B mostra claramente a existência de estigma de milho tanto cortados como ainda intactos. Nas Figuras 2.C e 2.D é possível detectar que o material não apresenta características permeáveis e que, portanto deve apresentar baixa solubilidade em água. No estudo feito por Weber (2009) em palha de

milho verde observou que as fibras formam o aspecto esponjoso, semelhante aos observado na farinha da palha de milho roxo

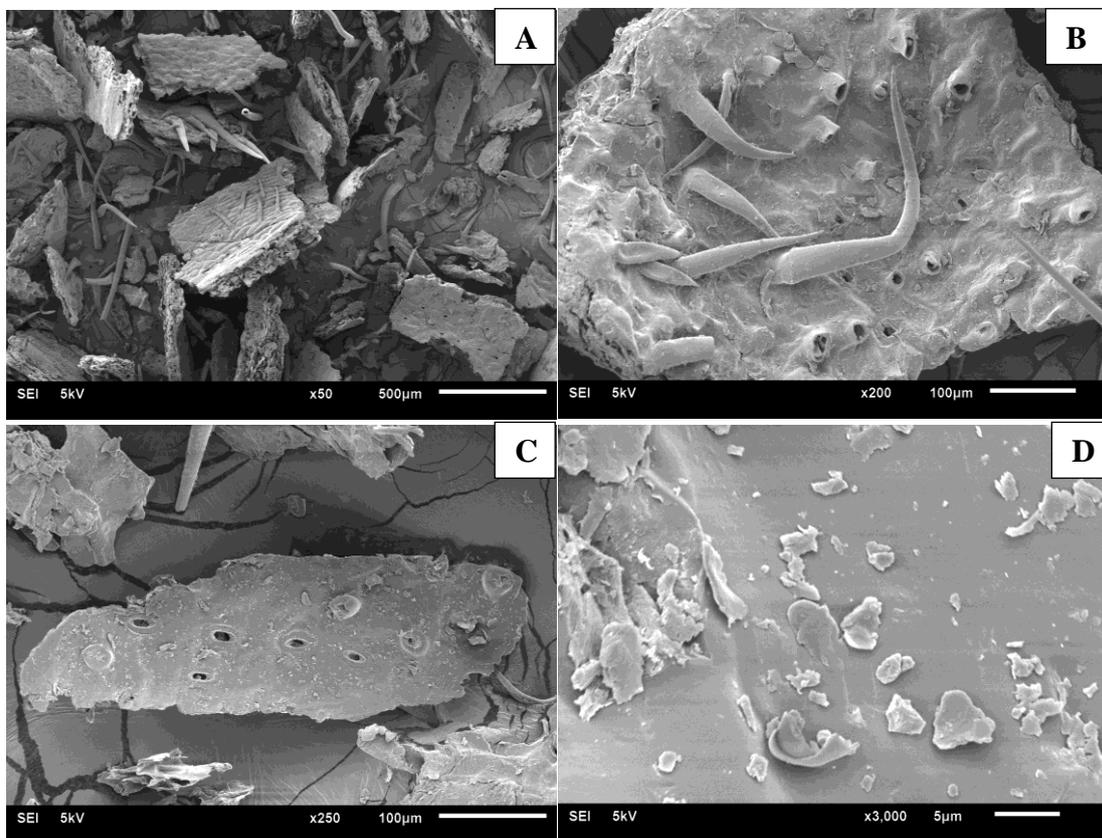


Figura 2. Imagens da Microscopia Eletrônica de Varredura nos aumentos de 50, 200, 250 e 3.000x.

3.2 DESENVOLVIMENTO DE FORMULAÇÕES DE SOBREMESA INSTANTÂNEA A BASE DE FARINHA DE PALHA DE MILHO ROXO

3.2.1 Coordenadas de cor, sinerese e textura das formulações de sobremesas instantâneas

Após a realização dos dados instrumentais de cor, sinerese e de textura (Tabela 8) das formulações produzidas com farinha de arroz pré gelatinizada (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de palha de milho roxo (FPMR) e da análise de variância, foram

elaborados os modelos matemáticos de regressão ajustados, o nível de significância (p), a falta de ajuste (FA) e os coeficientes de determinação (R^2) para os parâmetros analisados (Tabela 9).

Os modelos ajustados para os atributos de cor L^* , H° e os atributos de sinerese, atributos de textura como a dureza, gomosidade, coesividade, e elasticidade, foram significativos ($p \leq 0,05$). Ao contrario da coordenada a^* , b^* , c^* e adesividade que não foram significativos e por tanto não foram apresentados neste trabalho. Para os modelos significativos, observaram-se coeficientes de determinação explicando entre 0,88 e 0,9932 % das respostas. Dentre os modelos com significância estatística, todas as análises os efeitos das interações FAPG e LP, FAPG e FPMR e LP e FPMR foram significativos.

Tabela 8. Ingredientes em pseudocomponentes e proporções reais, média e desvio padrão dos valores de dureza (DUR), adesividade (ADE), coesividade (COE), gomosidade (GOM), elasticidade (ELAS), coordenadas de cor (L*, a*, b*, c* e H°) e sinérese (SIN) obtidos para as formulações codificadas de FAPG (X1), LP (X2) e FPMR (X3).

Mis	Pseudocomponentes			Proporções			Atributos										
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃	DUR	ADE	COE	GOM	ELAS	L*	a*	b*	H°	c*	SIN
7c	0,40	0,40	0,20	0,60	0,30	0,10	2,56	-155,63	0,24	0,64	0,24	48,93	4,02	-1,07	304,8	4,16	0,012
7c	0,40	0,40	0,20	0,60	0,30	0,10	2,19	-159,18	0,24	0,53	0,23	48,86	4,79	-0,77	305,2	4,85	0,012
7c	0,40	0,40	0,20	0,60	0,30	0,10	1,70	-167,37	0,23	0,40	0,20	47,71	5,04	-1,02	302,8	4,16	0,012
1V	0,80	0	0,20	0,70	0,20	0,10	2,84	-165,89	0,31	0,88	0,31	37,46	2,04	-0,49	305,9	2,11	0,013
6V	0	0,60	0,40	0,50	0,35	0,15	3,91	-165,80	0,32	1,26	0,35	39,97	2,05	-0,90	327,8	2,26	0,013
3V	0,80	0,20	0	0,70	0,25	0,05	4,23	-166,24	0,32	1,36	0,34	35,98	1,20	-0,09	381,8	1,23	0,020
5V	0,60	0	0,40	0,65	0,20	0,15	2,49	-193,38	0,31	0,76	0,29	40,10	2,11	-0,72	317,5	2,23	0,012
4V	0,20	0,80	0	0,55	0,40	0,05	1,72	-169,79	0,25	0,42	0,24	36,12	1,32	-0,13	390,1	1,34	0,018
2V	0	0,80	0,20	0,50	0,40	0,10	1,40	-172,05	0,29	0,40	0,29	42,94	3,73	-1,16	314,5	3,91	0,012

Tabela 9. Modelos polinomiais ajustados, nível de significância (p), falta de ajuste (FA) e coeficiente de determinação (R^2) para coordenadas de cor (L^* , H° e c^*), sinerese, dureza, gomosidade, coesividade e elasticidade das sobremesas instantâneas em função dos pseudocomponentes de farinha pré-gelatinizada de arroz (x_1), leite em pó (x_2) e farinha de palha de milho roxo.

Atributo	Modelos	FA	p	R^2
L^*	$y_1=26,01x_1 + 29,48x_2 + 36,15x_3 + 51,88x_1x_2 + 158,25x_1x_3 + 157,13x_2x_3$	0,054	0,002	0,96
H°	$y = 386,09x_1 + 397,78x_2 + 924,18x_3 - 37,08x_1x_2 - 1.179,59x_1x_3 - 1.171,64x_2x_3$	0,26	0,00074	0,9992
Sinerese	$y = 0,0022x_1 + 0,018x_2 + 0,057x_3 - 0,005x_1x_2 - 0,099x_1x_3 - 0,098x_2x_3$	0,07	0,00044	0,997
Dureza	$y = 5,28x_1 + 0,67x_2 + 17,78x_3 - 31,94x_1x_3 - 15,55x_2x_3$	0,73	0,012	0,93
Gomosidade	$y = 1,72x_1 + 0,05x_2 + 6,89x_3 - 12,47x_1x_3 - 6,50x_2x_3$	0,51	0,008	0,95
Coesividade	$y = 0,40x_1 + 0,29x_2 + 0,65x_3 - 0,37x_1x_2 - 0,82x_1x_3 - 0,44x_2x_3$	0,60	0,002	0,0017
Elasticidade	$y = 0,44x_1 + 0,27x_2 + 0,46x_3 - 0,53x_1x_2 - 0,75x_1x_3$	0,32	0,04	0,88

A partir da Tabela 8, notada que a dureza variou de 1,40 a 4,23 %, o maior valor foi da formulação 3V com proporções de 70:25:5 respectivamente FAPG, LP e FPMR. O menor valor correspondeu a formulação com proporção de 50:40:10, em que foi utilizado a menor quantidade de FAPG. Com os modelos ajustado para o atributo dureza, obteve-se o gráfico de curvas de nível (Figura 3.A). Os vértices de cada extremidade da área demarcada deste gráfico ajustando para o atributo de dureza, obteve-se o gráfico de curvas de componente da mistura utilizadas na formulação das sobremesas instantâneas.

A Figura 3.A mostrou maior dureza com o aumento da quantidade de FAPG, e menor dureza com menor quantidade de FPMR. Os maiores valores foram encontrados na região do gráfico com formulação em pseudocomponente de FAPG:LP:FPMR entre os pontos 1V, G e H, com coordenadas de 0,8:0:0,2; 0,51:0,49:0; 0,79:0,04:0,17 respectivamente, em proporção com valores de 50,4:12,6:0; 32,13:30,52:10,71; 49,77:2,52:10,71, com isso, em quantidades máximas de FAPG (32,13 a 50,4 %), mínimas a alta de leite (2,52 a 30,87 %), mínimas e

intermediárias de FPMR (0 a 10,71 %). A área exibida dentro da região verde escuro do gráfico pontilhada entre os pontos 2V, 4V, A, B, C, e D se encontram as sobremesas com menor dureza com formulações entre 0:0,8:0,2; 0,2:0,8:0; 0:0,77:0,23; 0,30:0,50:0,20; 0,35:0,55:0,10; 0,27:0,73:0 respectivamente, com proporções de 0:50,4:12,6; 12,6:50,4:0; 0:48,51:14,49; 22,05:34,65:6,3; 17,01:45,99:0.

Esses resultados permitiram afirmar que a quantidade de FAPG influenciou diretamente na dureza das sobremesas instantâneas avaliadas, e que a presença de amido pré-gelatinizado de arroz, a utilização da goma guar e a farinha de palha de milho roxo exerceram um efeito positivo na dureza das sobremesas. O efeito da goma e da farinha pré gelatinizada já era esperado, pois são largamente utilizados na tecnologia de alimentos e tem por função melhorar a textura, ou seja, ajuda na melhoria da qualidade, em geral, em produtos de panificação e sobremesas (ROJAS, 1998).

Maiores valores de coesividade foram observado na região pontilhada formada pelos pontos F, G, H, I e J (Figura 3.B), com valores em pseudocomponentes de 0,70:0,30:0; 0,67:0,08:0,25; 0,50:0,10:0,40; 0,20:0,40:0,40; 0:0,76:0,24 respectivamente, e de proporções reais de 44,1:18,9:0; 42,21:5,04:15,75; 31,5:6,3:25,2; 12,6:25,2:25,2; 0:47,88:15,12. Isso representou as formulações com proporções de FAPG variando de 0 a 44,1 %, LP de 6,3 a 47,88 % e FPMR de 0 a 15,12 %. Os menores valores de coesividade foram observados na região pontilhada representada com a cor verde mais escura, entre os pontos A, B, C, D e E e apresentaram seus valores em pseudocomponentes de 0,42:0,49:0,09; 0,40:0,47:0,13; 0,32:0,54:0,14; 0,27:0,65:0,08; 0,34:0,66:0 respectivamente, e valores em proporções reais de 26,46:30,87:5,67; 25,2:29,61:8,19; 20,16:34,02:8,82; 17,01:40,95:5,04; 21,42:41,58:0 respectivamente. As misturas com quantidades de FAPG 17,01 a 26,46 %, LP de 29,61 a 41,58 % e FPMR 0 a 8,82 %. Observa-se que à medida que se diminuiu a quantidade de FAPG e FPMR e aumenta a quantidade de LP ocorre uma elevação no teor de umidade da amostra. Para Zhang e Han (2006) Lu; Xiao e Xu (2009), esse aumento se relaciona ao aumento das ligações de hidrogênio, consentindo maior interação entre as moléculas hidrofílicas. Essas ligações também aumentam a coesividade da amostra.

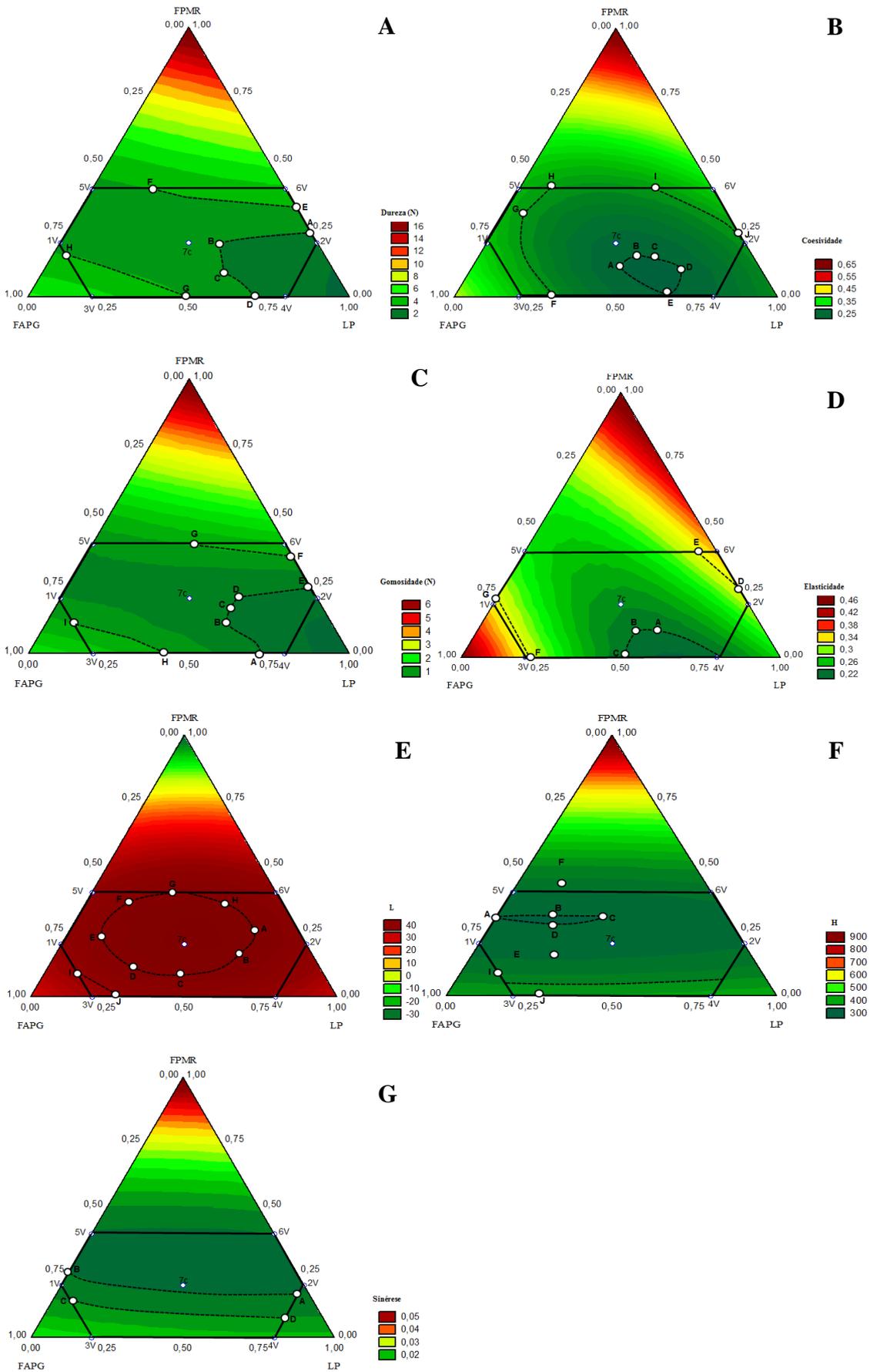


Figura 3. Dureza (A), Coesividade (B), Gomosidade (C), Elasticidade (D) coordenadas de cor L* (E), H° (F), e Sinérese (G), em função das proporções de farinha pré-gelatinizada de arroz (FAPG), leite em pó (LP) e farinha de palha de milho roxo FPMR, em pseudocomponentes. A área demarcada entre os pontos experimentais demonstra a área do gráfico analisada

A Figura 3.C mostrou que a maior gomosidade se encontra na região pontilhada de coloração verde claro, entre os pontos H, I, 3V, F e G, representados em pseudocomponentes por 0,42:0,58:0; 0,78:0,11:0,11; 0,80:0,2:0; 0:0,65:0,35; 0,31:0,29:0,40 respectivamente, e em valores de proporções reais de 26,46:36,54:0; 49,14:6,93:6,93; 50,4:12,6:0; 0:40,95:22,05; 19,53:18,27:25,2. Essa área é representada pela variação de FAPG de 26,46 a 50,4 %, LP de 0 a 36,54 % e FPMR 0 a 6,93 %. Os menores valores de gomosidade foram obtidos na área do gráfico compreendidas entre os pontos A, B, C, D, E, 2V e 4V, sendo representados em pseudocomponentes por FAPG:LP:FPMR 0,27:0,73:0; 0,31:0,59:0,10; 0,30:0,55:0,15; 0,25:0,30:0,20 respectivamente, e os valores em proporções reais de 17,01:45,99:0; 19,53:37,17:6,3; 18,9:34,65:9,45; 15,75:34,65:12,6; 0:49,14:13,86; 0:50,4:12,6; 12,6:50,4:0 respectivamente. Segundo Szczesniak (2002), a gomosidade é a energia indispensável para desintegrar um alimento semi-sólido para um estado pronto para ser engolido. Nas sobremesas desenvolvidas, com o aumento da concentração proteica, ou seja, com o aumento da quantidade de leite em pó, ocorreu uma modificação na textura dos géis, resultando em um aumento da firmeza e ativando a retenção de água pela matriz. Para Antunes, Motta e Antunes (2003), isso é atribuído a β -lactoglobulina, sendo avaliada por ser o principal agente formador de gel, devido à presença de grupos sulfidrilas livres. Quanto maior o teor de FAPG e FPMR, maior foi à força necessária para romper a estrutura do gel.

Uma quantidade intermediária de FAPG e de LP (Figura 3.D) nas formulações, provocaram aumento da elasticidade. Esses valores estão dentro da área amarela do gráfico compreendia entre os pontos D, E, F e G, com coordenadas em pseudocomponentes 0:0,71:0,29; 0,07:0,53:0,40; 0,79:0,21:0; 0,77:0:0,23 respectivamente, e proporções reais de 0:44,73:18,27; 4,41:33,39:25,2; 49,77:13,23:0; 48,51:0:14,49, respectivamente. A diminuição da FAPG resultou em menores valores de elasticidade, entre os pontos 4V, A, B, e C correspondente a cor verde do gráfico. Os valores em pseudocomponentes dessa área são 0,2:0,8:0; 0,35:0,55:0,10; 0,42:0,51:0,07; 0,51:0,49:0, respectivamente, com proporções reais de 12,6:50,4:0; 22,05:34,65:6,3; 26,46:32,13:4,41; 32,13:30,87:0, respectivamente. O aumento da FAPG nas sobremesas as tornaram mais elásticas. Segundo Queiroz; Raffaini e Fadini (2003) neste caso, as características da elasticidade estão diretamente relacionadas com a dureza.

Valores positivos e maiores na coordenada L* foram encontrados entre dos pontos A, B, C, D, E, F, G, H, I, J e 3V (Figura 3.E), com valores em pseudocomponentes de FAPG:LP:FPMR de 0,08:0,62:0,30; 0,26:0,60:0,14; 0,47:0,46:0,07; 0,62:0,25:0,13;

0,65:0,24:0,11; 0,47:0,17:0,36; 0,27:0,33:0,40; 0,13:0,50:0,37; 0,80:0,14:0,06; 0,74:0,26:0; 0,80:0,20:0, respectivamente, e valores em proporções reais variando de 5,04:39,06:18,9; 16,38:37,8:8,82; 29,61:28,98:4,41; 39,06:15,75:8,19; 40,95:15,12:6,93; 29,61:10,71:22,68; 17,01:20,79:25,2; 8,19:31,5:23,31; 50,4:8,82:3,78; 46,62:16,38:0; 50,4:12,6:0, respectivamente. Os valores obtidos são similares aos encontrados por Lopes (2013) em farinha de uva, variando de 24,60 a 43,55 apresentando-se escuras. Valores semelhantes foram relatados por Gonçalves (2013) em iogurte produzido com farinha de uva (24,80).

Os resultados obtidos para coordenada H° (Figura 3.F), indicaram valores altos entre os pontos E e F, com valores em pseudocomponentes de 0,80:0,15:0,05; 0,75:0,15:0,10, respectivamente e de proporções reais de 50,4:9,45:3,15; 47,25:9,45:6,3, respectivamente. Valores baixos de H foram encontrados na região do gráfico pontilha entre os pontos A, B, C, D, sendo encontrados valores em pseudocomponentes de 0,70:0:0,30; 0,55:0,15:0,30; 0,40:0,31:0,29; 0,56:0,16:0,28, respectivamente, e em proporções reais de 44,1:0:18,9; 34,65:9,45:18,9; 25,2:19,53:18,27; 35,28:10,08:17,64, respectivamente. Pode-se observar que quanto maiores as quantidades de FPMR, maiores são os valores de H° , isso indica que são maiores ângulos para amostras e representa maior intensidade de tonalidade arroxeada. Esse aumento de tonalidade tem relação direta com o teor de antocianinas das formulações. Lee (2002), ao analisar as variedades de laranja de polpa vermelha, observou-se uma correlação entre o ângulo H° e o teor de antocianinas.

A Figura 3.G apresenta os resultados da tendência à sinerese, é possível observar valores abaixo de 0,018 mL. Esses valores foram obtidos na região pontilhada, entre os pontos C, D, 3V e 4V, com valores em pseudocomponentes de 0,80:0,13:0,07; 0,19:0,80:0,01; 0,80:0,20:0; 0,20:0,80:0, respectivamente, e proporções reais de FAPG:LP:FPMR de 50,4:7,56:5,04; 11,97:50,4:0,63; 50,4:12,6:0; 12,6:50,4:0, respectivamente. Os valores menores de sinerese foram encontrados na região pontilhada do gráfico de A e B, representado por pseudocomponentes de 0,02:0,81:0,17; 0,73:0,02:0,25, respectivamente, com proporções reais de 12,6:51,03:10,71; 45,99:1,26:15,75, respectivamente. Antunes (2004) analisando sobremesa láctea observou que a utilização da farinha pré-gelatinizada forma géis firmes e elásticos, tanto em água como em leite, proporcionando baixa sinerese.

3.3 TESTE DE DESEJABILIDADE

Após as análises de perfil textural, as coordenadas de cor e sinerese das sobremesas instantâneas com FPMR, o teste para determinação do perfil de desejabilidade foi realizado (Figura 4). Esse resultado indicou a formulação mais desejável, em que foram considerados como mais desejáveis a formulação que apresentasse menor luminosidade, menor ângulo hue, dureza intermediária, maior elasticidade, gomosidade intermediária, e coesividade e sinerese baixas. Os parâmetros das coordenadas a^* , b^* e c^* e adesividade nesse teste não foram utilizados, pois os resultados não foram significativos estatisticamente. No teste de desejabilidade foram atribuídas notas para os parâmetros significativos de textura, dureza (N), gomosidade (N), coesividade e elasticidadee também para os parâmetros de cor luminosidade (L^*) e ângulo Hue (H°) e análise de sinerese. As notas atribuídas foram: 0 (zero), para os valores menos desejáveis e 1 (um) aos mais desejáveis. Para a dureza, o valor de 4,23 recebeu nota zero e 2,49 recebeu nota um, sendo que o valor intermediário de 1,40 recebeu nota 0,5.

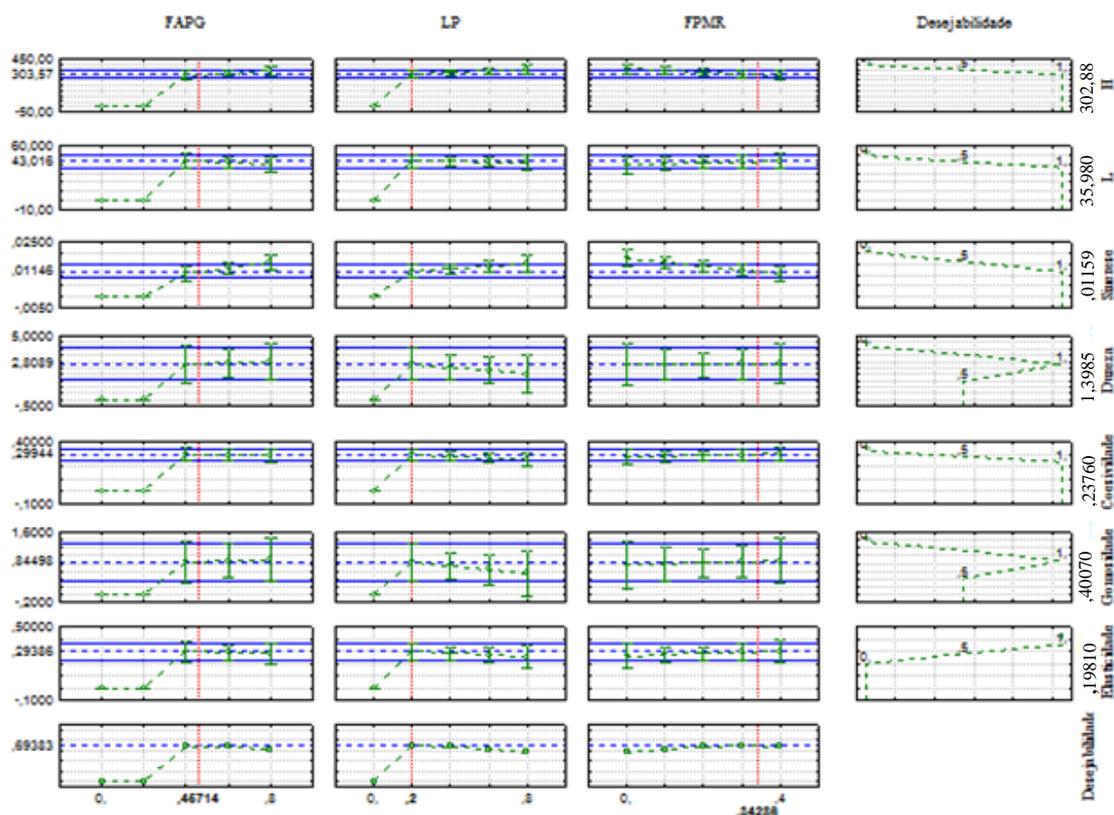


Figura 4. Perfil para valores preditos obtidos no teste de desejabilidade utilizado para seleção da melhor formulação de sobremesa com farinha de arroz pré-gelatinizada (FAPG),leite em pó (LP) e farinha de palha de milho roxo (FPMR).

Para gomosidade o valor 0,88 recebeu nota um e o valor 0,40 recebeu nota zero, a coesividade recebeu nota 1 para o valor 0,32 e nota zero para o valor 0,23, a elasticidade 0,34 recebeu nota zero e nota um para 0,20. Para a coordenada L* o valor médio (39,97) recebeu nota 0,5, o valor maior (48,93) recebeu nota zero e, o menor valor (35,4) recebeu nota um. Para H atribuiu-se nota um ao maior valor (390,1) e nota zero para o menor valor (302,8). Para definição dos valores da desejabilidade para a textura, utilizou-se os parâmetros texturais instrumentais da sobremesa comercial padrão de chocolate (Tabela 10).

Tabela 10. Perfil textural da sobremesa comercial padrão utilizada como parâmetro no teste de desejabilidade.

Parâmetro de textura	Valores^a
Adesividade	-205,7 ± 7,13
Coesividade	0,22 ± 0,04
Dureza (N)	3,58 ± 0,16
Elasticidade	0,04 ± 0,00
Gomosidade (N)	0,80 ± 0,15
Mastigabilidade (N)	0,36 ± 0,18

^aValores constituem média ± desvio-padrão de dez repetições.

Os resultados obtidos do teste de desejabilidade indicaram como formulação mais desejada a mistura de FAPG: LP: FPMR com 0,45714:0,2:0,34286 em pseudocomponente, ou proporções reais de 38,6 % de FAPG, 15,5 % de LP e 8,5 % de FPMR.

3.4 COMPOSIÇÃO PROXIMAL DA SOBREMESA INSTANTÂNEA DE MAIOR DESEJABILIDADE

O produto desenvolvido neste estudo é um alimento inovador em pesquisas científicas, e com isso não apresenta informações sobre sua composição proximal na literatura.

Tabela 11. Médias e desvio padrão da composição proximal e coordenadas de cor L*, a*, b*, c* e H° formulação selecionada de sobremesa instantânea com farinha de palha de milho roxo (Sobremesa PMR).

Parâmetros	Sobremesa de PMR¹
Umidade ²	4,98 ± 0,23
Cinzas ²	1,62 ± 0,22
Lipídeos ²	1,21 ± 0,60
Proteínas ²	0,67 ± 0,00
Fibras Alimentar totais ²	17,47 ± 0,20
Carboidratos Totais ²	74,05 ± 0,05
L*	36,50 ± 1,46
a*	3,90 ± 0,14
b*	-1,40 ± 0,22
c*	4,15 ± 0,13
H°	318,4 ± 6,24

¹Valores expressos em médias seguidas pelos desvios-padrão

² g 100g⁻¹

O desenvolvimento de um novo produto proporciona uma oportunidade para contribuir com a melhoria da qualidade dos alimentos e a saúde dos consumidores. O teor de umidade (Tabela 11) observado na sobremesa instantânea foi satisfatório, pois segundo Silva (2012), para produtos em pó é melhor baixa quantidade de água disponível. Porém, o baixo teor de umidade provoca em um alimento com alta higroscopicidade, característica esta que já é acentuada neste produto pelo uso da farinha pré-gelatinizada e que pode ser minimizada com a utilização de embalagem apropriada.

O valor encontrado para o teor de cinzas da sobremesa instantânea (Tabela 11) está dentro dos padrões estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2005) para sobremesa tipo Flan. No trabalho desenvolvido por Secchi (2003) relata que as cinzas são resíduos inorgânicos que permanecem após a queima da matéria orgânica, e podem não possuir a mesma composição que a matéria mineral presente originalmente no alimento, uma vez que pode haver perda por volatilização ou alguma interação entre os constituintes da amostra após tratamentos e análises (CECCHI, 2003). Soler et al. (2011) também analisando sobremesa instantânea achocolatada com abacate encontrou teores menores de cinzas (0,70 e 0,75 %) que os encontrados nesse trabalho, essas diferenças estão certamente relacionadas às diferenças das matérias primas utilizadas nos produtos.

Os teores de lipídeos, proteínas, fibra alimentar total e carboidratos analisados nas sobremesas instantâneas (Tabela 11), indicam um produto com teor baixo de lipídeo, mesmo ocorrendo um acréscimo devido à quantidade de lipídeos pertencente aos outros ingredientes. Essa característica aumenta o valor agregado do produto e conseqüentemente o apelo ao consumidor, tendo em vista a procura crescente por alimentos com menor teor de gordura. Souza (2013) analisando sobremesas lácteas elaboradas com soro de queijo e gomas encontraram 4,53 e 5,96 % para lipídios, e 7,58 % para proteína, valores estes bem maiores que os encontrados nesse trabalho, devido à presença do soro de queijo. O resultado do teor de fibra alimentar total esta de acordo com a Legislação Brasileira de sobremesa (BRASIL, 2008). Segundo a legislação, é permitido a justificativa de que o alimento tem propriedade funcional quanto ao seu teor de fibras alimentar desde que a porção do produto pronto para consumo abasteça no mínimo 3 g da porção diária de fibras. Segundo a RDC N° 359/2003, a porção para sobremesas é de 120 g (BRASIL, 2003), com isso, a sobremesa com FPMR pode ser considerada um produto que contem fibra alimentar, e pode ser indicada no auxilio do funcionamento do intestino.

Com relação aos resultados obtidos para as coordenadas de cor (Tabela 11), a luminosidade L* apresentou tons mais escuros. O valor encontrado para a coordenada a* da sobremesa indicou tendência para vermelho com valor positivo. Os valores encontrados para a coordenada b*, indicaram a cor azul. A tonalidade calculada para as sobremesas demonstrou se como roxa. Esses resultados indicam que a FPMR possui forte potencial corante, com características desejáveis de coloração, apontando o seu uso em alimentos, tal como a sobremesa instantânea.

Os valores obtidos para os parâmetros pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais e aw (Tabela 12) são semelhantes aos encontrados por Soler et al., (2011), para sobremesa láctea de cupuaçu, com valores de pH (4,60), Acidez de (0,06), °Brix de (3,17) e de aw (0,97).

Tabela 12. Médias e desvio padrão das características físicas e químicas (pH, acidez titulável (AT) ($\text{g ácido cítrico } 100\text{g}^{-1}$), sólidos solúveis totais (SST) ($^{\circ}\text{Brix}$), atividade de água (aw), índice de absorção e de, solubilidade em água e de absorção em óleo da sobremesa com palha de milho roxo.

Parâmetros	Sobremesa de PMR
pH	$5,91 \pm 0,03$
AT	$0,10 \pm 0,00$
SST	$3,63 \pm 0,45$
aw	$0,38 \pm 0,00$
IAA (g gel/g)	$21,40 \pm 3,80$
IAO (g gel/g)	$2,20 \pm 0,05$
ISA (%)	$76,90 \pm 3,25$

Clementino et al. (2007), estudaram sobremesa láctea de cajá e encontraram pH de 3,90 %, Henrique et al. (2012), avaliaram sobremesa láctea de maracujá e encontraram pH de 5,12 % e Nikaedo et al. (2004), avaliaram sobremesas lácteas achocolatadas cremosas encontraram valores de pH entre 5,77 % a 7,15 %. Os valores encontrados por esses pesquisadores variam e são diferentes dos encontrados nesse estudo com a utilização de FPMR. Essas diferenças se relacionam às diferentes formulações e também às diferentes matérias-primas utilizadas.

A sobremesa com FPMR apresentou atividade de água baixa (Tabela 12). A atividade de água igual a 0,60 é considerada como sendo o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismos, nesse contexto produtos secos ou desidratados são considerados microbiologicamente estáveis (CHISTÉ et al., 2007). Sarantópoulos et al. (2002), relata que valores de aw baixos indicam que o produto não está susceptível a alterações de ordem microbiológica. Valores semelhantes aos desse estudo foi encontrado por Santos (2009) em sobremesa de farinha e cv. Ágata (0,347).

Os resultados obtidos para IAA, IAO e ISA (Tabela 12) podem ser considerados alto e baixo, respectivamente. Segundo Trombini (2010) estes valores estão dentro da faixa estabelecida pela legislação. De acordo com Massola e Bianchini (2012) a capacidade do produto em absorver e reter água e óleo pode ajudar na textura, reter sabores, melhorar o paladar dos produtos.

Os resultados dos compostos bioativos obtidos para a sobremesa instantânea (Tabela 13). Indicam a presença de antocianinas, compostos fenólicos e também capacidade antioxidante da sobremesa com FPMR.

Tabela 13. Médias e desvio padrão dos compostos bioativos, antocianinas, compostos fenólicos e antioxidantes da farinha de palha de milho roxo (FPMR) e da sobremesa de (PMR).

Parâmetros	Sobremesa de PMR
Antocianina (mg L ⁻¹)	128,09 ± 0,00
Compostos Fenólicos (mg 100g ⁻¹)	395,65 ± 0,20
Antioxidantes (g 100g ⁻¹)	18,78 ± 0,10

A sobremesa com FPMR apresentou um baixo teor de antocianina, quando comparado ao valor obtido na FPMR. Essa diferença se relaciona à quantidade de farinha utilizada na formulação (8,568 %) e também às perdas que podem ter ocorrido durante o processamento.

Os valores médios obtidos para compostos fenólicos (Tabela 13) indicaram que o processamento não teve influencia grande nesse composto. Para o percentual de sequestro de radical livre de antioxidante o valor da sobremesa é 79 % menores que o da FPMR. De acordo com Kalt et al. (2003), a atividade antioxidante é influenciada pelos teores de antocianinas e fenóis totais, pelo genótipo, pelas variações ambientais e pelas condições de conservação do produto, e pelas etapas de processamento.

3.5 CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA SOBREMESA INSTANTÂNEA DE MAIOR DESEJABILIDADE

Logo após as análises realizadas na sobremesa de maior desejabilidade, realizou-se a caracterização microbiológica da formulação, para posteriormente seguir para análise sensorial, onde demonstrou que a sobremesa estava de acordo aos padrões microbiológicos estabelecidos pela Resolução RDC n° 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde de 02 de janeiro de 2001 para farinhas e alimentos instantâneos, como pode ser observado na Tabela 14.

Tabela 14. Resultados das análises microbiológicas para mistura em pó para a sobremesa instantânea com farinha de palha de milho roxo.

ANÁLISES REALIZADAS	RESULTADOS	LIMITES PERMITIDOS
Contagem de Coliformes totais	<100 UFC/g	5 x 10 ³ UFC/g
Contagem de Coliformes termotolerantes	<100 UFC/g	5 x 10 ² UFC/g
Contagem de Bolores e Leveduras	<1 UFC/g	---
Pesquisa de presença de <i>Salmonella</i> sp	Ausência em 25g	Ausência em 25g

3.6 ACEITAÇÃO DA SOBREMESA INSTANTÂNEA DE MAIOR DESEJABILIDADE

A realização da análise sensorial, apresentaram resultados referentes à aceitação do produto em relação aos atributos de cor, sabor, odor, textura e avaliação global. Nessa análise foi ponderado quanto um consumidor gostou ou desgostou da sobremesa instantânea com FPMR.

Como pré-definição na metodologia, considerou-se que o produto seria considerado aceito apenas se alcançasse maior frequência de notas maiores ou iguais a 6 (gostei ligeiramente) (STON; SIDEL, 2004). Pode-se afirmar que a sobremesa foi aceita em todos os atributos analisados. Os resultados da análise sensorial indicaram que 85 % dos provadores atribuíram notas entre 6 e 9 para o atributo cor. Para o atributo sabor, um dos mais importantes na avaliação sensorial, 57 % dos provadores atribuíram notas entre 6 e 9. Para a característica odor, 66 % dos provadores avaliaram como (gostei pouco) e (gostei extremamente), enquanto que para a textura e avaliação global, 68 % dos provadores atribuíram notas entre a escala 6 a 9 sendo que os maiores valores encontrados para textura foram (gostei muito) e para avaliação global 7 (gostei ligeiramente). Sendo assim, as amostras apresentaram uma média de 28 % de aceitação para o atributo cor, 27 % para o atributo sabor, 36 % para o atributo odor, para a textura foi de 27 % e com aceitação global de 29 %.

Granato et al. (2012), desenvolveram sobremesas aeradas com diferentes quantidades de proteína de soja (2 – 3 %) e suco de maracujá (25 -35 %) e obtiveram valores semelhantes em relação aos atributos sabor e avaliação global de 30 % e 32 %. A análise de aceitação das sobremesas a base de soja do trabalho de Granato et al. (2010), teve como resultado uma média de 35 % de aceitação, resultado 3 % maior ao encontrado nesse trabalho.

O resultado da pesquisa de intenção de compra do consumidor demonstrou que 63 % dos provadores tinham intenção de compra, sendo que dos 100 provadores, 47 % responderam que possivelmente compraria e 16 % certamente compraria a sobremesa com FPMR. Os 37 % que responderam que não comprariam o produto descreveram em seus comentários que a sobremesa ficaria melhor com maior quantidade de açúcar.

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que:

A farinha de palha de milho roxo é uma matéria-prima rica em fibra alimentar total, carboidratos e compostos bioativos e pode ser uma alternativa para produção da sobremesa instantânea com boa qualidade tecnológica.

Pode se incluir na formulação de sobremesa instantânea até 8,568 % de farinha de palha de milho roxo sem causar alteração na qualidade do produto final.

A inclusão da farinha de palha de milho roxo na preparação de sobremesas instantâneas pode ser uma alternativa para produção de um novo produto rico em fibras e compostos bioativos (antocianinas e compostos fenólicos).

REFERÊNCIAS

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, E. L. Gelatinization of corn grits by Roll- and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**. Minneapolis, v. 14; n. 1; p.4-12, 1969.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEATH ASSOCIATION. *Enterobacteriaceae, coliforme, and Escherichia coli* as quality and safety indicators. In: DOWNES, F. P., and K. ITO (ed.), Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods, 4^o ed. **American Public Health Association**, Washington, D. C., Chapter 8, v. 4, n. 5, p. 69-82, 2001.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16th ed. Washington, 1995.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18^a ed. 3^a rev. Washington DC USA, p. 1096, 2010.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC international**. Food composition, additives, natural contaminants, 18 ed., v.2, Gaithersburg: AOAC International, 2006.

ASCHERI, D. P. R., ASCHERII, J. L. R., & CARVALHO, C. W. P. Caracterização da Farinha de Bagaço de Jabuticaba e Propriedades Funcionais dos Extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, 897-905, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitamina e minerais. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 set. 2005.

AMARAL, C.M.C. **Educação alimentar**. FMPB, 2008. Disponível no site: Fundação Passos Barros www.fmpb.org.br/mostraconteudos.asp?cod_conteudo=6 / acesso em 05 janeiro 2013.

AMORIM, A. G.; SOUSA, T. A.; SOUZA, A. O. Determinação do pH e acidez titulável da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*). **Anais de Resumo expandido do VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. Palmas, 2012.

ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado protéico do soro de leite: Perfil de textura, sinérese e análise sensorial. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 107-114, 2004.

AREAS, G.; BAIXAULI, R.; SANZ, T.; VARELA, P.; SALVADOR, A. New functional fibre in Milk puddings: Effect of sensory properties and consumers acceptability. **Food Science and Technology**, Reading, v. 42, n. 1, p. 710-716, 2009.

BARCIA, M. T.; PERTUZATTI, P. B.; JACQUES, A. C.; GODOY, H. T.; ZAMBIARI, R. Bioactive Compounds, Antioxidant Activity and Percent Composition of Jambolão Fruits (*Syzygium cumini*). **The Natural Products Journal**, Shariah, v. 2, n. 2, p. 129-138, 2012.

BALESTRO, E. A.; SANDRI, I. G.; FONTANA, I. C. Utilização de bagaço de uva com atividade antioxidante na formulação de barra de cereais. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n. 2, p.203-209, 2011.

BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. Green banana flour characterization. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 333-339, 2009.

BORGES, J. T. S.; PIROZI, M. R.; CHAVES, J. B. P.; GERMANI, R.; PAULA, C. D. Caracterização físico-química e reológica das farinhas mistas de trigo e linhaça. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 159-172, 2011.

BRASIL. **Decreto nº 12.486, de 20 de outubro de 1978**. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, p. 20, 21 out. 1978.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº. 31, de 13 de janeiro de 1998**. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). Diário Oficial da União, (11-E):5, Seção 1, Brasília, DF, 16 jan. 1998. Disponível em: Acesso em: 14 de dezembro de 2016.

BRASIL, ANVISA - Agência Nacional De Vigilância Sanitária, **Resolução RDC nº 2, 7 de janeiro de 2008**. Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional ou de Saúde, Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm. Acesso em: 13 de janeiro 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. no uso da atribuição que lhe confere o art. 87, Parágrafo único, inciso II, da Constituição, tendo em vista o **Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952**, e suas alterações que regulamentam a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, que dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária dos produtos de origem animal, a Lei nº 7.889, Diário Oficial da União, (11-E):5, Seção 1, Brasília, DF, 23 jan. 2005. Acesso em: 07 de janeiro de 2016.

BRASIL, **Portaria n. 554, de 30 de agosto de 1995. 1995**. Norma de identidade, qualidade, apresentação, embalagem, armazenamento e transporte da farinha de mandioca. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

BRASIL, ANVISA - Agência Nacional De Vigilância Sanitária, **Resolução RDC nº 359, 23 de dezembro de 2003**. Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional, Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/d12c9e804745947f9bf0df3fbc4c6735/RDC_359.pdf?MOD=AJPERES. Acesso em: 13 de janeiro 2017.

CABRAL, L.S.; VALADARES S.C.; ZERVOUDAKIS, J.T.; SOUZA, A.L.; D ETMANN, E. Degradabilidade in situ da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 8, p. 777-781, 2005.

CATANEO, C.B.; CALIARI, V.; GONZAGA, L.V.; KUSKOSKI, E.M.; FETT, R. Atividade antioxidante e conteúdo fenólico de resíduo agroindustrial da produção de vinho. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 5, p. 93-120, 2008.

CASTRO FILHO, M. A.; BARBOSA, M. A. A. F.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A.R.; GASTAL, D. W. Nutritional value of the straw of green maize for bovines. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Bahia, v. 8, n. 2, p. 112-121, 2007.

CEREDA, M. P.; CATÂNEO, A. Avaliação de parâmetros de qualidade da fécula fermentada de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Bahia, v. 5, n. 2, p. 55-62, 1986.

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. 2.ed. Campinas: UNICAMP, 2003.

CLEMENTINO, I.M.; NASCIMENTO, J.; CORREIA, R. T. P. Sobremesa láctea aerada tipo mousse produzida a partir de leite caprino e frutas regionais. **Publica**, Rio Grande do Norte, v. 1, n. 8, p. 1-14, 2007.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento da farinha de mandioca do grupo d'água. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 2, p.265-269, 2007.

COELHO, L. M.; WOSIACKI, G. Avaliação sensorial de produtos panificados com adição de farinha de bagaço de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 582-588, 2010.

CUPPARI, L. **Guia de Nutrição: Nutrição Clínica no Adulto**. 2 ed. Barueri, SP: Manole, 2005.

DELGADO-VARGAS F.; PAREDES-LOPEZ O. **Natural colorants for food and nutraceutical uses**. CRC press, 2003.

EMBRAPA FLORESTAS – Empresa Brasileira de Agropecuária. *Valor Nutricional da Jabuticaba* (2015). Colombo – PR. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/131711/1/2015-folder-jabuticaba-ef.pdf>. Acesso. 05 janeiro 2017.

FERREIRA, C. D.; PENA, R. S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*), **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 123-134, 2009.

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

FERREIRA, L. F. D. **Obtenção e caracterização de farinha de bagaço de uva e sua utilização em cereais matinais expandidos**. 2010. 135 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

FREIRE, C. C. L. L., ZAMBELLI, R. A., CHINELATE, G. C. B., RODRIGUES, M. DO C. P., & PONTES, D. F. Aplicação das Farinhas de Linhaça (*Linum sitatissimum* L.) e Maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.) no Processamento de Pães com Propriedades Funcionais. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, Pombal, v. 1, n. 1, p. 01-09, 2014.

FUKAMACHI, K.; IMADA T.; OHSHIMA Y.; XU J.; TSUDA H., Purple corn color suppresses protein level and inhibits 7,12-dimethylbenz[a] anthracene-induced mammary carcinogenesis in the rat, **Journal Cancer Science**, Amsterdam, v. 99, n. 9, p. 1841-1846, 2008.

GAMARRA, F. M. C.; LEME, G. C.; TAMBOURGI, E. B.; BITTENCOURT, E. Extraction of corn colorants (*Zea mays* L.). **Ciências e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 123-134, 2009.

GIUSTI, M. T. F.; WROLSTAD, R. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems: Review, **Biochemical Engineering Journal**, Amsterdam, v. 14, n. 3, p. 217-225, 2003.

GOLDMEYER, B.; PENNA, N. G.; MELO, A.; ROSA, C. S. Physicochemical characteristics and technological functional properties of fermented blueberry pomace and their flours, **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 4, p. 980-987, 2014.

GONÇALVES, C. R., LEÃO, M. F. PRODUCTION OF YOGURT WITH ADDITION OF FLOUR MIXED WASTE FROM FRUIT, **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.9, n.17; p. 2013

GRANATO, D.; MASSON, M. L.; RIBEIRO, J. S. C. B. Sensory acceptability and physical stability evaluation of a prebiotic soy-based dessert developed with passion fruit juice. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 3, p. 119-126, 2012.

GRANATO, D.; RIBEIRO, J. C. B.; CASTRO, I. A.; MASSON, M. L. Sensory evaluation and physicochemical optimisation of soy-based desserts using response surface methodology. **Food Chemister**, Barking, v. 121, n.4, p. 899-906, 2010.

HASSIMOTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal Agriculture Food Chemister**, Washington, v. 53, n. 5, p. 2928-2935, 2005

HUR, I. Y.; REICKS, M. Relationship between Whole-Grain Intake, Chronic Disease Risk Indicators, and Weight Status among Adolescents in the National Health and Nutrition Examination Survey, **Journal Am Diet Association**, New York, v. 12, n. 1, p. 46-55, 2012.

HENRIQUE, J. R., HENRIQUE, J. R.; RODRIGUES, L. M. A.; PAIXÃO, M. G.; PINTO, S. A.; PACIULLI, S. O. D. Development, physicochemical parameters and sensory evaluation of milk-based dessert made with different species of passion fruit with and without addition of whey, **Instituto de Laticínio Cândido Torres**, Santa Terezinha, v.12, n.3, p. 123-145, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo, 2005.

IOP, S. C. F.; SILVA, R. S. F.; BELEIA, A. P. Formulation and evaluation of dry dessert mix containing sweetener combinations using mixture response methodology. **Food Chemistry**, Barking, v. 66, n. 4, p. 167-171, 1999.

JING, P. **Purple corn anthocyanins: chemical structure, chemoprotective activity and structure/function relationships**. 2006. 135f. (Tese de doutorado), The Ohio State University, EUA, 2006.

KALT, W.; LAWAND, C.; RYAN, D. A. J.; MCDONALD, J. E.; DONNER, H.; FORNEY, C. F. Oxygen radical absorbing capacity, anthocyanin and phenolic content of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during ripening and storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 128, n. 6, p. 917-923, 2003

KESTEMNBACH H.; BOTA FILHO W. J. Microscopia Eletrônica de Transição e Varredura. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 1994.

KUSKOSKI E. M.; ASUERO A. G.; GARCÍA-PARILLA C.; TRONCOSO ANA M.; FETT R., Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 123-145, 2004.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of Drying Temperature on the Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace Peels. **Journal of agricultural and food chemistry**, Washington, DC, v. 45, n. 4, p. 1390–1393, 1997.

LEE, H. S. Characterization of major anthocyanins and the color of red-fleshed blood orange (*Citrus sinensis*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n.4, p. 1243-1246, 2002.

LU, D. R.; XIAO, C. M.; XU, S. J. Starch-based completely biodegradable polymer materials. **Journal of Polymer Science Part C: Polymer Letters**, New York, v. 3, n. 6, p. 366–375, 2009.

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

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 79, n. 1, p. 727-747, 2004.

MASSOLA, B. C. P.; BIANCHINI, M. G. A. **Análise de absorção de água e gordura das farinhas de amaranto em diferentes tratamentos térmicos**. In: 64ª Reunião Anual da SBPC. São Luís, 2012. Disponível em: Acesso em: 06 jan. 2013.

MACHEIX, J. J.; FLEURIT, A.; BILLOT, J. (1990) *Fruit Phenolics*. Boca Raton: CRC Press. 378p.

MIGUEL, M. G. Anthocyanins: Antioxidant and/or anti-inflammatory activities. **Journal of applied Pharmaceutical Science**, South-East, v. 6, n.2, p. 07-15, 2011.

MUÑOZ-ESPADA, A. C. Anthocyanin quantification and radical scavenging capacity of Concord, Norton, and Marechal Foch Grapes and wines. **Journal Agriculture Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 3, p. 6779-6786, 2004.

NAKORN, K. N.; TONGDANG, T.; SIRIVONGPAISAL, P. Crystallinity and rheological properties of pregelatinized rice starches differing in amylose content. **Starch/Starke**, Weinheim, v. 61, n.4, p. 101-108, 2009.

NETO, C. J. S.; FIGUEIRÊDO, R. F. J.; QUEIROZ, A. J. M. Sensory evaluation and water activity of the seasoned cassava flour, **Ciência agrotec**, Lavras, v. 29, n.4 p.4, 2005.

NEVES, G. A. R.; SANTANA, M. F. S.; VALENÇA, R. S. F. **Capacidade higroscópica de farinhas de diferentes frutas**. In: VI Seminário de Iniciação Científica da UFRA e XII

Seminário de Iniciação Científica da EMBRAPA, 2008, Amazônia Oriental. Anais...
Amazônia Oriental: EMBRAPA, 2008

NIKAEDO, P. H. L.; AMARAL, F. F.; PENNA, A.L. B. Caracterização tecnológica de sobremesas lácteas achocolatadas cremosas elaboradas com concentrado protéico de soro e misturas de gomas carragena e guar. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 123-128, 2004.

OLIVEIRA, A. P. S.; JACQUES, G. F.; NERY, V. V. C.; ABRANTES, S. Consumo de corantes artificiais em balas e chicletes por crianças de seis a nove anos. **Revista Analytica**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 79-85, 2009.

OLIVEIRA, V. B.; YAMADA, L. T.; FAGG, C. W.; BRANDÃO, M. G. L. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive biocompounds. **Food Research International**, Essex, v. 48, n. 10, p. 170–179. 2012.

PETRONI, K., PILU, R., & TONELLI, C. (2014). Anthocyanins in corn: A wealth of genes for human health. **Planta**, Berlin, v. 240, n. 5, p. 901-911, 2014.

PEDRESCHI R.; CISNEROS-ZEVALLOS L., Antimutagenic and antioxidant properties of phenolic fractions from andean purple corn (*Zea mays L.*). **Journal Agricultural Chemistry**, Roma, v. 54, n. 4, p. 4557-4567, 2006.

PINTO, A. T. B.; PEREIRA, J.; OLIVEIRA, T. R.; PRESTES, R. A.; MATTIELO, R. R.; DEMIATE, I.M. Characterization of Corn Landraces Planted Grown in the Campos Gerais Region (Paraná, Brazil) for Industrial Utilization, **Brazilian Archives Biology Technology**, Curitiba, v. 52, n. special, p.17-28, 2009.

QUEIROZ, M. B.; RAFFAINI, A. C. G. G.; FADINI, A. L. Effect of Adding Inverted Sugar and of Beating Time on the Physical Characteristics of Marshmallow. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 359-364, 2003.

ROCKENBACH, I. I. et al. Atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva das variedades Regente e Pinot Noir (*Vitis vinifera*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 2, n.66, p. 158-163, 2007.

ROJAS, J.A.; ROSELL, C.M.; DE BARBER, C.B. Pasting properties of different wheat flour-hydrocolloid systems. **Food Hydrocolloids**, Amsterdam, v. 13, n. 1, p. 27-33, 1998.

SANTOS, A. P. **Farinha de batata (*solanumtuberosum* L.): obtenção, caracterização físico-química, funcional, elaboração e caracterização de sopas desidratadas**. 2009. 123f. Dissertação de mestrado da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, 2009.

SANTOS, D. A. M. **Formulação de biscoito tipo cookie a partir da substituição percentual de farinha de trigo por farinha de casca de abóbora (*Curcubit amaxima*) e albedo de maracujá amarelo (*Passiflora edulisflavicarpa*)**. 2013. 145 p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SANTANA, F. C., SILVA, J. V. DA, SANTOS, A. J. A. O., ALVES, A. R., WARTHA, E. R. DA S. A., MARCELLINI, P. S., & SILVA, M. A. A. P. Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis Flavicarpa*) e fécula de mandioca (*Maniho tesculenta Crantz*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 3, p. 391-399, 2011.

SCHERER, R.; WAGNER, R.; DUARTE, M. C. T.; GODOY, H.T. Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. **Revista Brasileira Pl. Medicina**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 442-449, 2009.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of animal science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; PADULA, M.; COLTRO, L.; ALVES, R.M.V.; GARCIA, E.E.C. Embalagens plásticas flexíveis principais polímeros e avaliação de propriedades, **ITAL/ CETEA**, Campinas, v.2, n. 1, p. 267, 2002.

SILVA, E. M.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, D. P. R.; TAKEITI, C. Y.; CARVALHO, J. L. R.; NUTTI, M. R.; MOURA, L. S. M. **Efeito da umidade e adição de feijão nas propriedades de pasta de extrusados a base de milho utilizados para a elaboração de sopas**. In: **Simpósio Internacional de Extrusão de Alimentos2**, 2010. Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro, 2010, p. 5.

SILVA, A. S.; HONJOYA, E. R.; INAY, O. M.; COSTA, M. R.; SOUZA, C. H. B.; SANTANA, E. H. W.; SUGUIMOTO, H. H.; ARAGON-ALEGRO, L. C. Viability of *Lactobacillus casei* in chocolate flanand its survivaltosimulated gastrointestinal conditions. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suppl. 2, p. 3163 – 3170, 2012.

SILVA, J. A. A. D.; GRIZOTTO, R. K.; MIGUEL, F. B.; BÁRBARO, I. M. Physical and chemical characterization of fruits of dovyalis clones (*Dovyalis byssinica* Warb). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n.spe., p. 466-472, 2011.

SOLER, N.; BATISTA, A. B.; FARIA, C. A. M.; GONZAGA, D. G.; LOPES, J. M. M.; PINTO, N. A. V. D. Elaboração, composição química e avaliação sensorial de sobremesas lácteas achocolatadas com abacate. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 1, p. 143-148, 2011.

SOUZA, J.; SOUZA, J.; SOUZA, C. F. V. Desenvolvimento, parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial de sobremesas lácteas elaboradas com soro de queijo e gomas. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 68, n. 393, p. 16-25, 2013.

STATSOFT.**STATISTICA 7.0 for Windows** – Computer program manual. Tulsa: Statsoft, Inc., 2004. CD Room.

STORCK, C. R.; BASSO, C.; FAVARIN, F. R.; RODRIGUES, A. C. Microbiological quality and composition of flour from fruit juice production residues with different granulometries, **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas v. 18, n. 4, p. 277-284, 2015.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 3. ed. New York: Academic Press. 2004. 408 p.

SZCZESNIAK, A. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 13, n. 4, p. 215- 224, 2002.

TEIXEIRA, L. M.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparison of methods for anthocyanin quantification, **Revista Ceres**, Viçosa, v.55, n. 4, p. 297-304, 2008.

TOUFEKTSIAN, M. C., DE LORGERIL, M., NAGY, N., SALEN, P., DONATI, M. B., GIORDANO, L. Chronic dietary intake of plant-derived anthocyanins protects the rat heart against ischemia-reperfusion injury. **Journal of Nutrition**, New York, v. 138, n.4, p. 747-752, 2008.

TROMBINI, F. R.; LEONEL, M. Propriedades de pasta e térmicas de misturas instantâneas de farinha de soja, fécula e farelo de mandioca. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, n. 4, p. 50-71, 2010.

USDA.U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. **National nutrient database for standard reference, release 25**. 2012. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/ba/bhmsorc/ndl>>. Acesso em: 05 janeiro 2017.

VIDIGAL, M. C. T. R.; MINIM, V. P. R.; RAMOS, A. M.; CERESINO, E. B.; DINIZ, M. D. M. S.; CAMILLOTO, G. P. Effect of whey protein concentrate on texture of fat-free desserts: sensory and instrumental measurements, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 2, p. 412-418, 2012.

VIEITES, R.L.; DAIUTO, É. R.; Moraes, M.R.; Neves, L.C.; Carvalho, L.R. Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jaboticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 33, n. 2, p. 362-375, 2011.

YANG, Z.; ZHAI, W. Identification and antioxidant activity of anthocyanins extracted from the seed and cob of purple corn (*Zea mays* L.). **Food Science and Emerging Technologies**, Praga, v. 11, n. 2, p.169–176, 2010.

WEBER, F. H.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; CHANG, Y. K. Physicochemical, rheological, morphological, and thermal characterization of normal, waxy, and high amylose corn starches, **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 748-753, 2009

ZILÍC, S.; SERPEN, A.; AKILLIOGLOU, G.; GOOKMEN, V.; VANCETOVIC, J. Phenolic compounds, carotenoids, anthocyanins, and antioxidant capacity of colored maize (*Zea mays* L.) Kernels. **Jornal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 60, n.02, p. 1224-1231, 2012.

ZHANG, Y.; HAN, J. H. Plasticization of pea starch films with monosaccharides and polyols. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 71, n. 6, p. 253 - 261, 2006.

CAPÍTULO IV - PRODUÇÃO DE CORANTE NATURAL EXTRAÍDO DE JAMBOLÃO

RESUMO

Dentre inúmeras frutas existentes no Brasil, o *Syzygium cumini* (L), conhecido popularmente por jambolão, tem se destacado por ser rico em vários constituintes benéficos à saúde., tais como atividade antioxidante, que é decorrente da presença de compostos fenólicos. Ainda considerando os aspectos relacionados à saúde, existe uma tendência dos consumidores para a utilização de corantes naturais em substituição aos artificiais. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação química e física da polpa de jambolão liofilizada, bem como a extração e caracterização química e física do corante natural produzido. Para produção da polpa liofilizada os frutos foram despolpados e em seguida a polpa foi liofilizada em liofilizador de bancada. Para a produção do corante natural de jambolão, primeiramente realizou-se extração do corante, utilizando como solvente água /etanol (proporção de 50:50), e em seguida realizou-se a a fixação do corante utilizando como veículo farinha de arroz e posterior secagem da mistura a 30 °C. A caracterização da polpa e corante natural em pó de jambolão foi realizada por meio da determinação das propriedades físico-químicas, composição proximal, compostos bioativos, microscopia eletrônica de varredura, análise térmica (DSC) e perfil viscoamilográfico (RVA). Os resultados demonstraram que o processo de extração e fixação do corante diminui o teor de antocianinas e os compostos fenólicos, quando comparado com os valores obtidos para polpa liofilizada. Conclui-se que é possível a utilização polpa de jambolão liofilizada para produção de corante natural à base de jambolão.

Palavra-Chave: *Syzygium cumini* L., Antocianinas, compostos fenólicos, capacidade antioxidante.

ABSTRACT

Among the many fruits in Brazil, *Syzygium cumini* (L), popularly known as jambolão, has been distinguished by its richness in several health-promoting constituents. Among the potential medicinal properties of jambolão, most are related to its antioxidant activity, which is due to the presence of phenolic compounds. Still considering the aspects related to health, there is a tendency of consumers to use natural dyes instead of artificial ones. Therefore, the present work had as objective the chemical and physical evaluation of the lyophilized jambolan pulp, as well as the extraction and chemical and physical characterization of the natural dye produced. For the production of the lyophilized pulp the fruits were pulped and then the pulp was lyophilized in a bench freeze dryer. For the production of the natural dye from jambolan, the dye was first extracted using water / ethanol (50:50 ratio) as the solvent, and then the dye fixation was carried out using as rice flour vehicle and subsequent drying Of the mixture at 30 °C. The characterization of pulp and natural dye in jambolan powder was performed by means of the determination of physicochemical properties, proximal composition, bioactive compounds, scanning electron microscopy, thermal analysis (DSC) and visco-amylographic profile (RVA). The results showed that the dye extraction and fixation process decreased anthocyanin content and phenolic compounds when compared to the values obtained for lyophilized pulp. It is concluded that it is possible to use lyophilized jambolan pulp for the production of natural jambolan dye.

Keywords: *Syzygium cumini* L., Anthocyanins, phenolic compounds, antioxidant capacity.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados relatados por Global (2017), o Brasil vem sendo um dos três maiores produtores mundiais de frutas, com valores de aproximadamente 39 milhões de toneladas por ano. Essa grande produção de diferentes variedades de frutíferas nativas ou adaptadas se deve à extensão do território e sua inserção, com maior parte nas zonas de clima tropical e temperado. Apesar de produzir inúmeras frutas exóticas, a fruticultura nacional tem ainda grande potencial de expansão ainda pouco exploradas economicamente. Estudos para transformá-las em culturas racionais, em sua maioria, ainda estão em andamento, como exemplos pode-se citar Atemóia, maná, canistel, mirtilo, lichia, carambola, entre outras (SILVA, 2002; GRANADA, 2004).

Dentre inúmeras frutas o *Syzygium cumini*, conhecido popularmente por jambolão, tem se destacado por ser rico em vários constituintes. Existem relatos de suas ações hipoglicemiante, anti-inflamatória, antiemética, estimulante do sistema nervoso central, antipirética, anticonvulsivante, anti-hemorragica, carminativa e antiescorbútica (BARBOSA-FILHO et al., 2005; MICHELIN et al., 2005).

O *Syzygium cumini* (L.) é uma árvore de até dez metros de altura, com folhas simples e frutos de cor roxa-escura. É originária da Indo-Malásia, China e Antilhas e cultivada em vários países, se destacando no Brasil (SOUZA e LORENZI, 2005). Distribuída em toda a região noroeste do Estado de São Paulo, o jambolão se adaptou bem ao clima e solo, seu fruto é pequeno e apresenta uma forma ovóide, quando maduro apresenta uma coloração roxa escura em sua casca, sendo essa casca fina, lustrosa e aderente. Seu sabor é bastante adstringente, mais bastante agradável ao paladar, e sua cor torna o fruto bastante atrativo. Estudos mostram que parte de sua produção é aproveitada pelas populações locais, contudo uma grande parte desse fruto é desperdiçada na época da safra, em virtude da alta produção por árvore, da curta vida útil do fruto *in natura* e, especialmente, por falta de seu aproveitamento processado (LAGO, 2006).

Em meio as potenciais propriedades medicinais do jambolão, a maioria está relacionada com a atividade antioxidante, citada muitas vezes como decorrente da presença de compostos fenólicos já identificados, como ácidos fenólicos, ácido elágico, os flavonóides, as antocianinas, e a malvidina-3-glicosídeo (LIMA et al., 2007; REYNERTSON et al., 2008). As antocianinas podem ser localizadas em diversos vegetais como: uva, maçã, feijão preto, morango, amora, jaboticaba, cerejas, jambolão, chicória, dentre outros. Possuem

características e oferecem cores diferentes dependendo do pH do meio em que se encontram, tornando-as de interesse para uso como indicadores de pH, as mudanças estruturais das moléculas ocorridas mediante a variação do pH, aceitam a obtenção de soluções incolores ou coloridas, podendo ser vermelha, violeta, azul ou amarela (TERCI; ROSSI, 2002).

O destaque na busca por alimentos que contribuem para a aquisição de uma saúde adequada tem aumentado significativamente em todo mundo. Hoje em dia as pessoas buscam uma alimentação variada, e equilibrada, com quantidades de alimentos coloridos e com nutrientes essenciais, uma alternativa, presente nesse novo hábito, vem sendo o emprego de corantes naturais. Os corantes são substâncias ou misturas de substâncias adicionadas aos alimentos e bebidas, com o desígnio de atribuir ou intensificar a coloração de certos produtos. Para que a indústria de alimentos use esses corantes alimentares, deve-se respeitar os percentuais máximos estabelecidos pela legislação vigente. A quantidade e o corante devem ser informados ao consumidor por meio do rótulo do produto (VELOSO, 2012).

A utilização de corantes naturais depende principalmente da sua extração econômica a partir de fontes naturais. No momento da extração, os corantes são passíveis de sofrer oxidação, isomerização ou fotooxidação. Pesquisas demonstram que alguns métodos para a estabilização dos pigmentos incluem o uso alternativo de aditivos como ácido ascórbico, ácidos orgânicos, adsorção em gelatinas, alginatos ou então encapsulamento dos pigmentos (MORITZ, 2005).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo a avaliação química e física da polpa de jambolão liofilizada, bem como a extração e caracterização química e física do seu corante natural.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 OBTENÇÃO DA POLPA DE JAMBOLÃO

Os frutos foram colhidos de árvores de jambolão, originárias da cidade de Goiânia-GO, no seu estágio maturo, no período de Janeiro a Maio (2016). Sem cair no chão, à coleta foi realizada manualmente, aqueles que continham rachaduras ou estivessem danificados por insetos foram desprezados. Em seguida os frutos foram acondicionados em contentores de plásticos (previamente higienizados) e transportados ao laboratório de processamento de

vegetais da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. Logo após foram selecionados, lavados em água corrente, sanitizados com solução de hipoclorito de sódio de 100 ppm por 10 minutos, enxaguados em água corrente e secos a 25 °C em estufa com circulação de ar (marca Tecnal, modelo TE-394/4mp, SP/Brasil). Posteriormente foram despulpados em despulpadora industrial (Bonina 0.25 df, Itabuna (BA), Brasil), armazenados em congeladores e em seguida liofilizados em liofilizador (Marca Liobras indústria de liofilização Ltda, modelo P 820, SP/Brasil), para a realização de sua caracterização e posterior produção de corante.

2.2 EXTRAÇÃO DO CORANTE NATURAL DE JAMBOLÃO

Para a extração do corante de jambolão, utilizou-se a técnica aplicada em corante de urucum, utilizando como solvente água/etanol (na proporção de 50:50). A matéria-prima foi deixada por 16 horas à temperatura de 5 °C em contato com os solventes. Em seguida, a solução foi filtrada em tecido organza. Para remoção dos resíduos o extrato foi centrifugado por 10 minutos a temperatura ambiente. Após a centrifugação o extrato foi concentrado a 35-38 °C em evaporador rotativo até redução de 50 % do volume inicial. Para a obtenção do corante natural em pó o concentrado foi misturado (proporção de 100g/50 L) com farinha de arroz e submetido á secagem em estufa de bandejas (marca Tecnal, modelo TE-394/4mp, SP/Brasil), em escala piloto, com circulação forçada de ar, à temperatura média de 30 °C por 8 horas (PRENTICE-HERNANDEZ e RUSIG, 1992).

A farinha de arroz utilizada no processo foi da marca Maninho adquirida no comércio local da cidade de Goiânia-GO.

2.3 CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE JAMBOLÃO E CORANTE NATURAL

Para a caracterização do teor de umidade e lipídeos totais das amostras utilizou-se a metodologia nº 932.12 proposta por AOAC (2006). A proteína bruta foi determinada pelo método de Kjeldahl, e a quantidade de nitrogênio conforme procedimento da AOAC (1995). O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado utilizando o método oficial 940.26 da AOAC (2006). A determinação do teor de fibra alimentar total foi realizada tendo por base o método AOAC 985.29 (enzimático-gravimétrico). O teor de carboidratos foi calculado pelo método

de diferença, subtraindo-se de cem os valores de umidade, extrato etéreo, proteína, fibra e cinzas (SNIFFEN et al.,1992). Acidez titulável, pH, sólidos solúveis foram determinados segundo a AOAC (2010). Os parâmetros colorimétricos foram determinados utilizando colorímetro (Branking Meter minolta, BC-10, Ramsey, USA), de acordo com Oliveira (2011). Os índices de absorção em água, solubilidade e absorção em óleo foram determinados segundo metodologia descrita por Anderson et al. (1969). Para a determinação da atividade de água (A_w), utilizou-se um medidor (AquaLab, CX-2, Washington, EUA). Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método proposto por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997), e as antocianina monoméricas por (GIUSTI E WROLSTAD, 2003). Para a medida da atividade antioxidante foi utilizada a metodologia descrita por Scherer e Godoy (2009). As amostras foram caracterizadas do ponto de vista morfológico por microscopia eletrônica de varredura (MEV) pela metodologia proposta por Kestemnbach (1994). As propriedades térmicas foram obtidas através de um calorímetro exploratório diferencial (marca TA Instruments, modelo Q20 DSC, New Castle, EUA) segundo AACC (2000). As curvas de propriedade de pasta foram obtidas por meio de um viscosímetro (Marca RVA – Perten Instruments, modelo 4500, Hägersten Suécia) de acordo com método proposto pela AACC (2000).

Os resultados das análises de todo o experimento foram avaliadas através da exploração dos resultados experimentais realizado com quatro repetições em triplicata, totalizando doze unidades experimentais e os resultados expressos em média e o desvio-padrão das amostras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA POLPA DE JAMBOLÃO LIOFILIZADA E DO CORANTE NATURAL DE JAMBOLÃO EM PÓ

Os valores médios encontrados para os teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos da polpa de jambolão (PJAM) (Tabela 1), foram distintos aos relatados por Lago, Gomes e Silva (2006) que estudaram jambolão da cidade de São José do Rio Preto-SP e relatam teor de umidade de $87,75 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, cinzas $0,34 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, proteínas de $0,67 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e lipídeos de $0,30 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$. A umidade apresentou valor 90 % maior que o encontrado nesse trabalho, fato já esperado, pois a determinação desse trabalho foi em polpa liofilizada. Os valores obtidos nesse estudo estão dentro dos padrões estabelecidos pela ANVISA (1978) para farinhas que exige o máximo de $15 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de umidade. Para o corante de jambolão (CJAM), os resultados de umidade, cinzas, proteínas e lipídeos foram inferiores aos relatados por Silva (2010) que encontrou umidade de $9,75 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$, cinzas de $0,55 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$, proteínas de $0,40 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ e lipídeos de $0,45 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ em corante de urucum extraído com água e etanol.

Os resultados encontrados para o teor de cinzas são relativamente altos para a PJAM e baixos para o CJAM. Esse alto valor de cinzas da PJAM indica que o produto pode ser considerado fonte de minerais, pois a resolução CNNPA n° 12, de 1978 estabelece um teor de 2 % para que um produto seja considerado fonte de minerais (BRASIL, 1978). Esse alto teor pode ser considerado uma vantagem para a PJAM liofilizada, pois de acordo com Andrade et al. (2003) as cinzas são elementos minerais e têm muitos papéis essenciais ao organismo como íons dissolvidos em fluídos corpóreos que regulam as atividades de muitas enzimas, mantêm o equilíbrio ácido-base e a pressão osmótica.

O valor encontrado para o teor de lipídeos da PJAM foi baixo e 3 vezes maior que o encontrado para o CJAM (Tabela 1). Essa diferença pode ser devido ao teor de lipídeos presente na farinha de arroz ($0,46 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) utilizada na produção do corante em pó. O baixo valor de lipídeos obtido na polpa já era esperado, pois Rocha et al. (2008), relataram que as frutas e hortaliças apresentam baixas quantidades de lipídeos enquanto as oleaginosas apresentam maiores teores deste componente.

Observa-se um baixo teor de proteínas na PJAM e um valor 2,5 vezes maior para o CJAM (Tabela 1). Este acréscimo se relaciona ao teor de proteínas informado no rótulo da farinha de arroz adicionada (3,0 g). Os resultados deste trabalho foram inferiores aos

verificados no estudo de Ayyanar e Subash-Babu (2012) de 0,70 % para o jambolão *in natura*. Leitão (2008) destacou que as frutas, em geral, não são boas fontes de proteína. Santos (2011) assegurou que a proteína contida nas hortaliças e frutas pode variar de 1 % a 3 %, valor esse que concorda com o encontrado na PJAM.

Tabela 1. Médias e desvio padrão da composição proximal e coordenadas de cor L*, a*, b*, c* e H° da polpa de jambolão liofilizada (PJAM) e do corante natural de jambolão (CJAM).

Parâmetros	PJAM ¹	CJAM ¹
Umidade ²	9,48 ± 0,26	9,98 ± 0,11
Cinzas ²	3,39 ± 0,28	0,79 ± 0,36
Lipídeos ²	0,35 ± 0,00	0,64 ± 0,07
Proteínas ²	0,34 ± 0,00	0,63 ± 0,01
Fibras Alimentar totais ²	28,6 ± 0,06	9,84 ± 0,09
Carboidratos Totais ²	57,8 ± 0,22	78,1 ± 0,25
L*	34 ± 0,45	72,3 ± 0,48
a*	24,3 ± 0,41	13,9 ± 0,30
b*	-7,2 ± 0,41	-14 ± 0,27
c*	25,2 ± 0,23	19,7 ± 0,22
H°	309,7 ± 0,01	269,4 ± 0,11

¹Valores expressos em médias seguidas pelos desvios-padrão
²g 100 g⁻¹

A polpa de jambolão apresentou valor alto para o teor de fibras totais (Tabela 1), quando comparado com outras frutas da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2005), que relata para polpa de banana ouro possui (3,61 %), figo (3,60 %), fruta do conde (5,62 %) e da goiaba branca (5,63 %). Junqueira et al. (2015) encontrou valores de fibras de 29,55 % para polpa e 32,02 % para sementes de *S. cuminie*, 27,7 % para polpa e 28,6 % para as sementes de *S. paniculatum*, valores similares aos encontrados nesse estudo. O CJAM apresentou teor de fibra 6,6 vezes menor que a PJAM. Essa variação se relaciona ao teor de fibra da farinha de arroz que diluiu esse teor e também, ao relato de Moraes et al. (2007) que indica que às variações do conteúdo de fibra dos frutos, podem ser causadas por diversos fatores, como: representatividade da amostra, condições ambientais, método analítico, entre outros.

A polpa de jambolão exibiu alto teor de carboidratos (Tabela 1), valor este 11 % superior ao encontrado por Pereira (2011) para o mesmo fruto, cultivado na região de Lavras

MG. O CJAM apresentou valores bem superiores quando comparados com a PJAM, valores estes que ultrapassaram os valores especificados pela Legislação (mínimo de 70-75 %) (BRASIL, 2005). A quantidade desses constituintes, de acordo com Santana e Cardoso (2008) é de extrema variabilidade, uma vez que depende da cultivar, da época de cultivo, do tipo de solo, do clima, e, principalmente, da temperatura de armazenamento pós-colheita.

Os resultados obtidos para a cor instrumental da polpa de jambolão (Tabela 1) indicam que essa possui coloração escura, tendendo para o preto. O CJAM apresentou uma tendência ao branco, devido à utilização da farinha de arroz no processamento do corante. A luminosidade da polpa liofilizada foi similar aos resultados relatados por Jampani et al. (2014), para o extrato de jambolão (23,43) e por Rocha (2013), para polpa de extrato de mirtilo (24,55 e 34,18), fruto também rico em antocianinas.

Em relação à coordenada a^* (verde ao vermelho), percebe-se que a PJAM e o CJAM (Tabela 1) apresentaram valores tendendo ao vermelho. Esses resultados são coerentes com as observações visuais que evidenciam a intensa coloração roxa da polpa liofilizada e do seu corante (Figura 1.A e B). Os valores encontrados para a^* e b^* apontam as tonalidades vermelha e azulada para as duas amostras. Augusta (2010) encontrou valores semelhantes para as coordenadas a^* e b^* em jambo vermelho em pó (19,07 e -9,94) respectivamente, aos encontrados neste estudo. No CJAM a diminuição da coordenada a^* levou ao aumento da coordenada b^* . Essa variação tem influência da farinha de arroz utilizada na extração e também do processamento, pois segundo Oliveira et al. (2009) a coloração natural pode ser alterada ou destruída durante o processamento do alimento ou armazenagem do produto.

O resultado obtido para pureza ou intensidade de cor c^* (Tabela1) apresentou maior intensidade para a cor vermelho a azul, característico do fruto. Os valores obtidos neste trabalho confirmam os relatados por Severo et al. (2010) que concluíram que os frutos de jambolão (*Syzygium cumini*, L.), apresentaram coloração variada do verde, quando imaturo, ao roxo-azulado, quando maduro. O CJAM apresentou-se cor saturada e pura em relação ao branco, com intensidade e tonalidade para o vermelho (Figura 1.B).

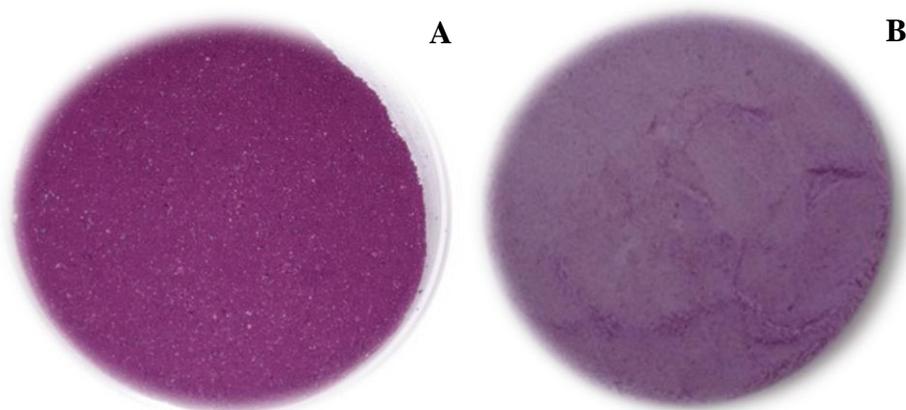


Figura 1: Polpa de jambolão liofilizada (A) e corante de jambolão em pó (B).

Para o ângulo Hue (H°), da PJAM e do CJAM os valores foram menores que 360° e, portanto indicaram maior presença da tonalidade azul. Assim polpa de jambolão liofilizada e o corante de jambolão apresentaram tonalidade vermelha-azulada e essa característica é, segundo Fraige (2014) indicadora de que esses possuem antocianinas em sua composição.

Os valores médios encontrados para o pH (Tabela 2) indicam que a PJAM tem características de frutas cítricas (pH abaixo de 7). Os valores médio de pH encontrados são superiores aos relatados por Chim (2008) para amora-preta (3,15) e inferiores aos encontrados por Migliato et al. (2007) e Lago, Gomes e Silva (2006) para o jambolão, os quais relatam valores de pH de 4,09 e 3,90, respectivamente. O baixo valor de pH encontrado na PJAM pode auxiliar na conservação de produtos formulados a partir desta. Alves (2008) em estudo realizado em corante de urucum relatou pH superior ao encontrado nesse estudo para o CJAM, o mesmo autor relaciona algumas alterações devido ao processamento de extração dos corantes estudados

A acidez média encontrada para a PJAM (Tabela 2) foi 0,59 % inferior aos valores detectados por Soares (2014) em análise de polpa de jambolão de diversas regiões da cidade de Goiânia –GO, que variaram de 0,49 a 0,69 g $100g^{-1}$ de ácido cítrico, sugerindo que os frutos avaliados neste trabalho estavam mais maduros. Segundo Champagnol (1994), ocorre essa variação de acidez titulável de acordo com decréscimo da maturação dos frutos. A CJAM apresentou acidez 10 vezes menor que a PJAM. Charllyton (2005) encontrou 0,20 % de acidez titulável em corante natural extraído de urucum valor este superior ao relatado nesse estudo. No trabalho relatado por Augusto-Ruiz (2013) com farinha de arroz explica que a mesma apresenta acidez titulável baixa, corroborando com os resultados baixo encontrados no CJAM.

A média encontrada para os sólidos solúveis na PJAM (Tabela 2) demonstra ser baixo, segundo Chim (2008) ao valor utilizado para determinar o ponto ideal de colheita de frutos deve estar entre 8-10 °Brix. Os valores de sólidos solúveis totais das frutas apresentados neste trabalho são muito inferiores aos 9,0°Brix relatados por Lago, Gomes e Silva (2006) em jambolão. Essa diferença pode ser em decorrência do clima na época de colheita, o qual pode ter influenciado na alta síntese de açúcares, o que é decorrente da fotossíntese da planta.

O menor valor de SST obtido para o CJAM em relação à PJAM foi devido à proporção de polpa utilizada na farinha de arroz para o processamento do corante em pó.

Estudos demonstram que a atividade de água tem sido considerada como atributo fundamental no controle de qualidade de um alimento. Para Chisté et al. (2006) 0,60 é o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismos em alimentos. Neste trabalho observa-se que tanto a PJAM quanto CJAM se apresentaram dentro dos limites mínimos relatados por Chisté et al. (2006). De acordo com Santos et al. (2008), quando essas polpas de frutas são comercializadas secas o risco de contaminação diminui e retardam a rápida deterioração, que se limita principalmente a bolores e leveduras; sendo estes os mais importantes agentes de deterioração de polpas e sucos de frutas. Silva (2006) avaliando o teor de aw em corante de urucum encontrou valores semelhantes (0,62) aos relatados nesse estudo para PJAM.

Os resultados de IAS, ISA e IAO estão apresentados na Tabela 2. Observa que o ISA da PJAM apresentou-se elevado por se tratar de uma polpa de fruta liofilizada, observa que a solubilidade avaliada depende não só do amido, mas também da interação com outros componentes como as fibras e proteínas e suas modificações estruturais pós gelatinização. O CJAM apresentou valores baixos quando comparado com farinhas com alto teor de amido. Confirmando que as amostras não possuem disponibilidade de grupos hidrofílicos e nem capacidade de formação de gel a frio. Segundo Colonna et al. (1984) e Cho (2006) o índice de absorção de água está relacionado à disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) em se ligar às moléculas de água e à capacidade de formação de gel das moléculas de amido. Matsuura (2005) determinou 25,9 % de ISA para albedo de maracujá, valores abaixo aos encontrados neste trabalho para PJAM. Santana (2005) encontrou valores um pouco acima para as farinhas de laranja e maracujá desidratada por liofilizador (57,7 e 60,2), respectivamente. Essas diferenças se relacionam às características específicas de cada fruto. Para os resultados de IAO da PJAM, valores próximos foram encontrados por Céspedes (1999) em polpa de laranja 3,79 g de óleo/g de matéria seca.

Tabela 2. Médias e desvio padrão das características físicas e químicas (pH, acidez titulável (AT) ($\text{g ácido cítrico } 100\text{g}^{-1}$), sólidos solúveis totais (SST) ($^{\circ}\text{Brix}$), atividade de água (aw), índices de absorção em água (IAA), de solubilidade em água (ISA) e de absorção em óleo (IAO) da polpa de jambolão liofilizada (PJAM) e do corante natural de jambolão CJAM).

Parâmetros	PJAM	CJAM
pH	3,64 \pm 0,08	3,2 \pm 0,02
AT	0,23 \pm 0,02	0,13 \pm 0,02
SST	4,6 \pm 0,14	1,5 \pm 0,09
aw	0,23 \pm 0,00	0,55 \pm 0,00
IAA	4,09 \pm 0,05	1,60 \pm 0,02
IAO	3,49 \pm 0,12	2,18 \pm 0,06
ISA	56,5 \pm 0,59	10,3 \pm 0,31

Observa-se no presente estudo altos valores de compostos bioativos para a polpa (Tabela 3). Os valores altos encontrados para as antocianinas estão de acordo com a maioria dos frutos da família *Myrtaceae*. Terci, (2004) encontrou valores superiores aos relatados nesse estudo analisando jambolão ($386\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de casca) e uva ($227\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de casca). Segundo Montilla et al, (2011) o teor de antocianinas pode ser influenciado por fatores climáticos como temperatura e iluminação, onde, dificultam a comparação entre diferentes cultivos de uma mesma fruta, e ainda mais quando se deseja comparar frutas diferentes avaliadas em trabalhos realizados em diferentes regiões, em épocas climáticas diferentes. Uma grande redução foi observada no CJAM em relação à PJAM, essa diminuição pode estar relacionada com a temperatura de secagem do corante e também devido à adição de farinha de arroz. Patras (2010) relata que o processo de secagem pode provocar alterações indesejáveis na amostra quanto aos valores de antocianinas.

A quantidade de compostos fenólicos para a PJAM (Tabela 3) pode ser considerado alto, visto que em estudo realizado por Kuskoski et al. (2006) que relatou que o jambolão apresenta teores de $229,6 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$, valor este inferior ao encontrado neste estudo. Outros frutos apresentam valores superiores aos encontrados na PJAM liofilizada, como a amora-preta cultivar Tupy estudada por Chim (2008), a qual apresenta conteúdo de fenóis totais de $569,89 \text{ mg GAE.}100\text{g}^{-1}$. Alguns trabalhos demonstram as propriedades antioxidantes dos compostos fenólicos e das antocianinas, significando que os alimentos ricos nestes compostos

podem trazer benefícios à saúde. Segundo Rameshkumar et al. (2012) alguns fatores podem influenciar na quantidade de compostos fenólicos como clima, cultivar, solo e entre outros.

Os resultados demonstraram uma redução de 65 vezes dos fenólicos no CJAM em relação aos valores médios de PJAM. Parte dessa diminuição pode ser explicada pela utilização da farinha de arroz, e também devido à solubilidade dos compostos fenólicos, pois Barroca et al. (2013) relata que a diminuição dos compostos fenólicos pode estar associada a solubilidade destes. O mesmo autor explica que essa degradação também pode ser atribuída à extensão de tempo e temperatura de secagem que o corante natural sofreu.

A porcentagem de sequestro de radical livre de antioxidante (Tabela 3) apresentou um valor considerado alto para a PJAM, quando comparado com outras polpas liofilizadas, e valores 18 vezes menores para o CJAM. Essa diminuição pode estar relacionada à farinha adicionada e também ao processamento, pois de acordo com Barroca et al. (2013), a degradação dos radicais livres pode ser atribuída à extensão de tempo e temperatura de secagem que o corante natural sofreu. Alguns pesquisadores correlacionam positivamente os valores de atividade antioxidante e a concentração de polifenóis e antocianinas, Kuskoski et al. (2006) estudando a atividade antioxidante de polpas congeladas de diversos frutos tropicais e alguns frutos silvestres, dentre eles, o jambolão observaram essa correlação. Vizzotto e Pereira (2008) analisando polpa de jambolão obteve valor superior ao deste estudo (80,21 %)

Tabela 3. Médias e desvio padrão dos compostos bioativos, antocianinas (ANTO), compostos fenólicos (CF) e antioxidantes (ANT) da polpa de jambolão e corante natural.

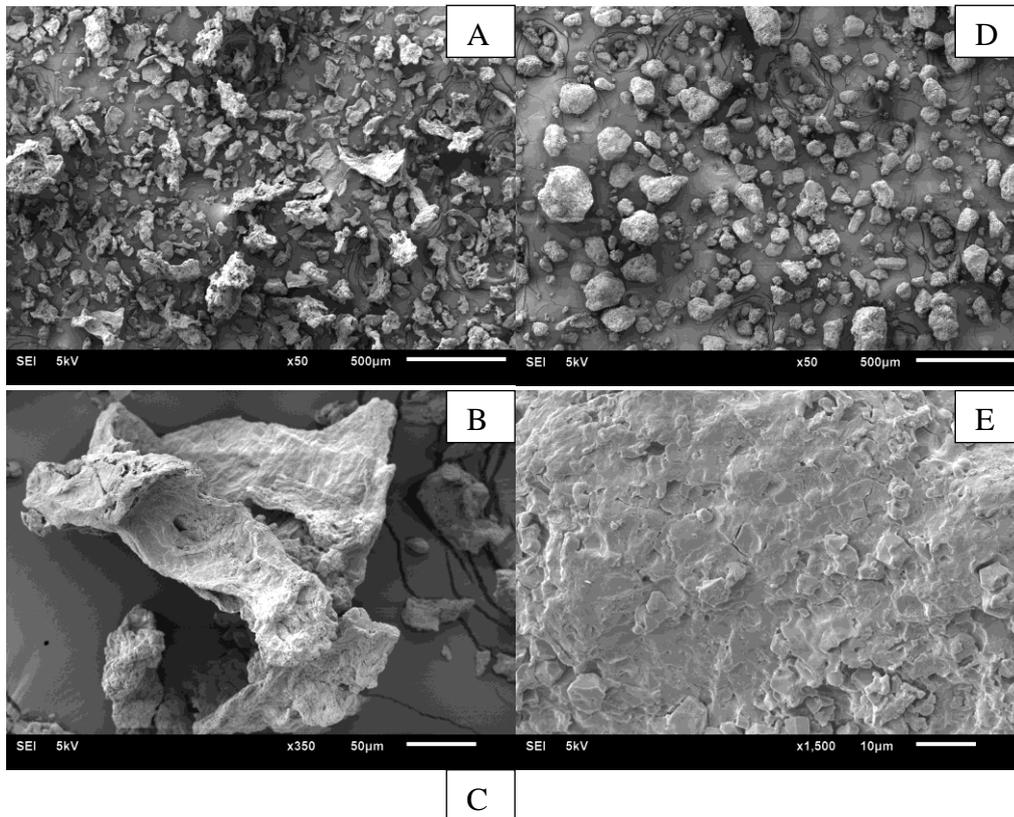
Parâmetros	PJAM	CJAM
Antocianina (mg L ⁻¹)	102,7 ± 0,22	17,18 ± 0,31
Compostos fenólicos (mg 100g ⁻¹)	512,9 ± 0,35	180 ± 0,33
Capacidade Antioxidante (g 100g ⁻¹)	77,5 ± 0,33	6,40 ± 0,30

Observa-se na Microscopia Eletrônica de Varredura (Figura 2. A, B, C) para polpa de jambolão que o processo de liofilização da polpa de jambolão mostrou formas irregulares e um aglomerado de partículas. Para Alves (2008), essas estruturas podem ser caracterizadas por uma condição desordenada em que não há repetições de forma geométrica e presença de faces planas bem estabelecidas, uma vez que essa característica é comum em produto liofilizado.

De acordo com Junior (2004), o mecanismo da liofilização, composto por congelamento seguido de secagem, leva a obtenção de produtos no estado amorfo devido

ultrapassagem da Tg (temperatura de transição vítrea), que durante o congelamento faz com que a solução amorfa concentrada fique menos viscosa, podendo ocorrer um colapso do produto no momento em que o gelo é sublimado. Deste modo é caracterizado com uma estrutura amorfa quando o colapso devido à fluidez do líquido viscoso entra para dentro da camada de interface, seguindo do aparecimento de uma camada provocada pela expansão da matriz durante a ebulição. Marques (2008) estudando jambolão em pó de leite de jorro também encontrou formatos amorfos.

As imagens de MEV do corante de jambolão mostram na (Figura 2. D, E, F) partículas com aspecto angular e irregular, de tamanhos variados, demonstrando o aspecto do amido danificado, provavelmente durante a fabricação da farinha de arroz, acompanhado de partículas menores e irregulares que são partes da polpa liofilizada. Segundo Kaushik e Roos (2007); Fang e Bhandari (2010) a desuniformidade das partículas pode ser explicada pelo fato do corante ter sofrido uma secagem, além da diferença entre os tamanhos da polpa liofilizada e das partículas de farinha de arroz.



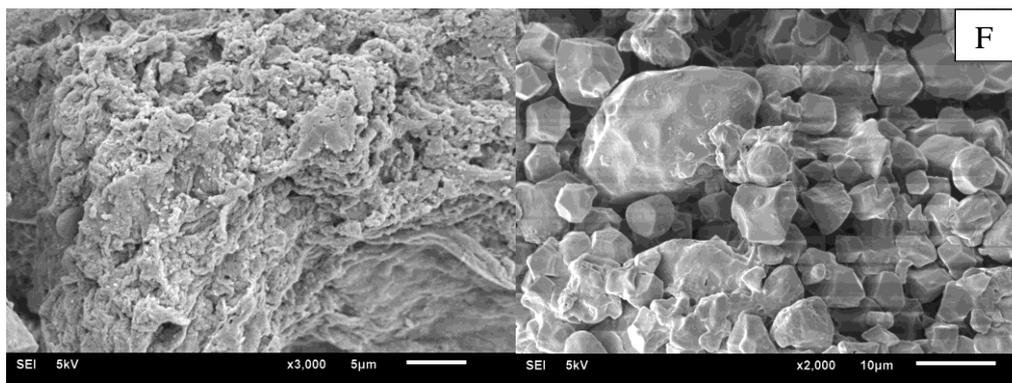


Figura 2. Imagens da Microscopia Eletrônica de Varredura da polpa de jambolão (A, B, C), nos aumentos de 50, 350 e 3000x, e do corante de jambolão (D, E e F), nos aumentos de 50, 1500 e 2000x.

Os perfis viscoamilográficos, obtidos no RVA, da polpa de jambolão e corante natural de jambolão (Figura 3. A e B), mostram que o tempo de pico observado nas amostras variou de 25 a 500 segundos para a PJAM e 260 a 450 segundos para o corante natural. Segundo Lindeboo et al. (2005) o tempo de pico tem relação com o teor de amilose.

Ciacco e Cruz (1982) explicam que a temperatura de pasta (TP) é a temperatura onde a viscosidade começa a crescer e não deve ser confundida com a temperatura de gelatinização. No presente estudo a TP variou de 48 a 95,1 °C para a PJAM e CJAM.

A quebra na viscosidade de acordo com a explicação de Matta Junior (2009) é a diferença entre o pico e o mínimo de viscosidade atingida. É a medida de ruptura do grânulo, ou capacidade do amido em resistir à força de cisalhamento durante o aquecimento. Os resultados obtidos no presente estudo para PJAM demonstram que ela não apresentou viscosidade.

Conforme a Figura 3.B pode-se observar que o CJAM possui um temperatura de pasta significativamente baixa, ou seja essa amostra aumenta a sua viscosidade relativamente rápido. Após de atingir a temperatura de pasta, a temperatura aumenta e a viscosidade máxima ou de pico é atingida. Neste ponto, há equilíbrio entre grânulos de amido intumescidos e grânulos rompidos, que lixiviam amilose para a solução (LEON, et al., 2010).

O pico de viscosidade durante o aquecimento do CJAM foi alto (2038 cp), e segundo Tavares et al. (2012) pode-se entender que este dado pode indicar a presença de grânulos de amido devido a presença da farinha de arroz no processamento, com propriedades de inchamento e ruptura mais uniformes durante o tratamento hidrotérmico no RVA. O que pode ser corroborado pelo tempo de pico encontrado para essa amostra (400 seg).

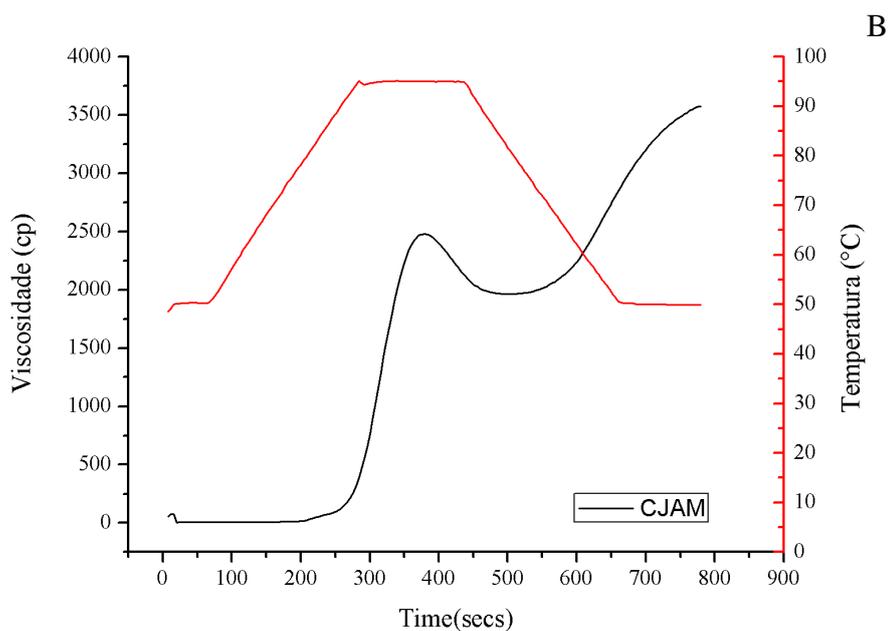
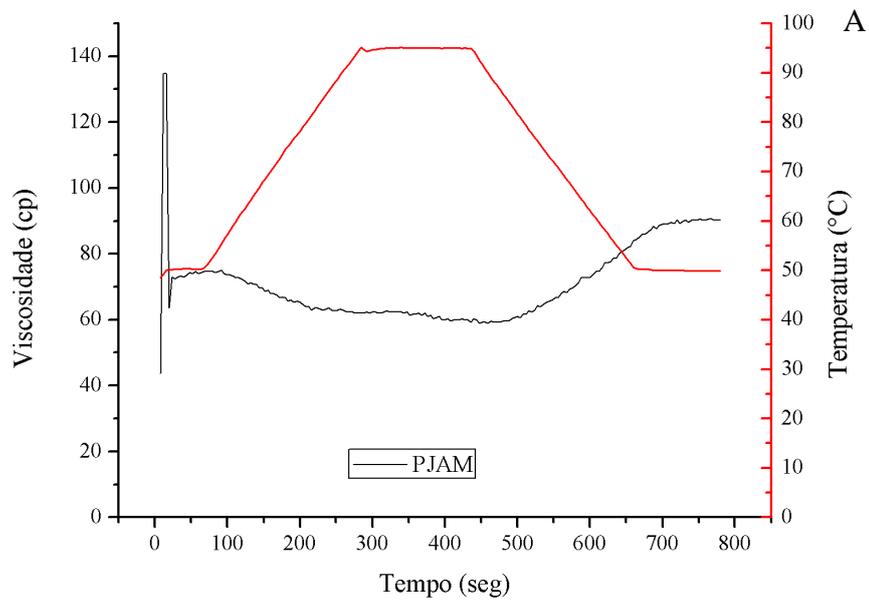


Figura 3. Curvas RVA da polpa de jambolão (A) e corante de jambolão (B).

Na Figura 4 pode ser observado o gráfico reproduziu a partir da análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC) do CJAM. Analisando o gráfico pode-se dizer que a curva não teve nenhuma variação em que fosse possível afirmar que ocorreu uma mudança expressiva no estado do produto. No entanto, ocorreram dois picos endotérmicos, um com aproximadamente 100 °C e outro com 150 °C. Mas também observou que na temperatura de

140 °C apresentou um pico exotérmico. Em trabalho realizado por Fernandes et al. (2013), com extratos liofilizados de *Schinopsis brasiliensis* e *Ximenia americana*, percebeu que a faixa de temperatura em que ocorreram os primeiros e mais importantes eventos de DSC foram semelhantes também apresentando dois picos endotérmicos e dois exotérmicos as faixas apresentadas nesse estudo. Tal acontecimento pode está associado à natureza do tipo de extrato vegetal estudado.

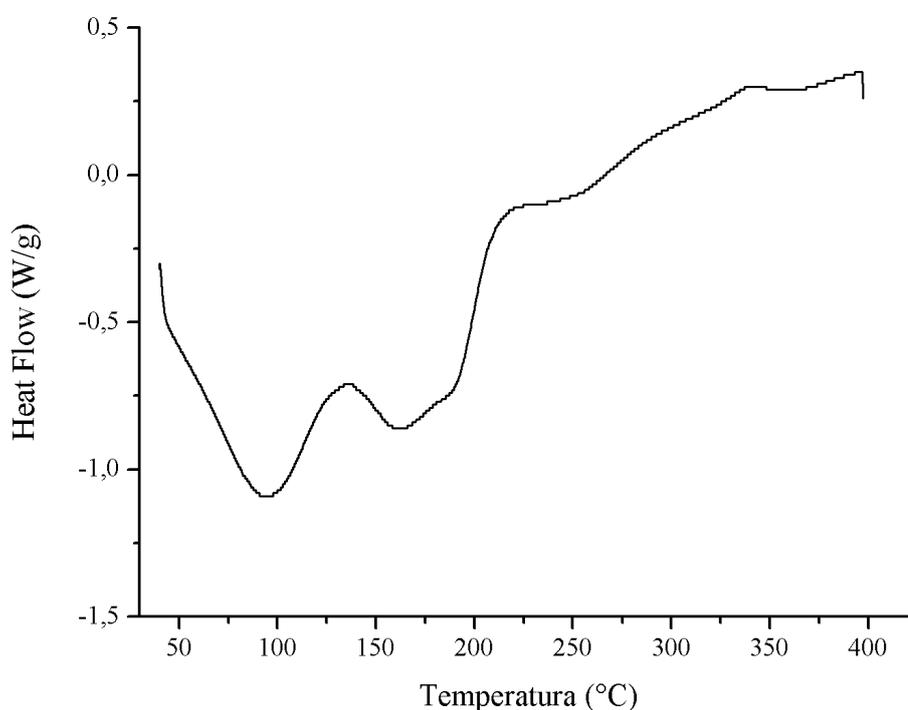


Figura 4. Curva do DSC da polpa de jambolão liofilizada.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo permitiram concluir que:

A matéria-prima utilizada para a extração do corante natural do jambolão é rica em fibra alimentar total e compostos bioativos, sendo então uma alternativa de aproveitamento desse fruto.

É possível a utilização da polpa liofilizada do fruto de jambolão para o processo de extração de corantes naturais ricos em antocianinas e que o mesmo pode ser utilizado em alimentos naturais.

Ocorreram perdas de compostos bioativos durante o processo de extração e secagem do corante de jambolão.

Os resultados obtidos, mesmo com a redução de alguns compostos, mostram que o jambolão é um alimento com propriedades antioxidantes e presença de bioativos, com potencial para ser utilizado como ingrediente funcional de alimentos.

REFERÊNCIAS

AACC (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTRY). *International approved methods of analysis*. **10. ed. St. Paul, MN, 2000**. Approved November 8.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Resolução CNNPA n. 12 de 1978**. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de Julho de 1978. Disponível em: Acesso em: 16 de Fevereiro de 2017.

ALVES, C. C. O.; RESENDE, J. V.; CRUVINEL, R. S. R.; PRADO, M. E. T. Estabilidade da microestrutura e do teor de carotenóides de pós obtidos da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) liofilizada. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n.4, p. 830-839, 2008.

ALVES, R. W.; SOUZA, A. A. U.; SOUZA, S. M. A. G. U. Extração por agitação mecânica de sementes de urucum (*Bixa orellana*), purificação e análise dos extratos por espectrofotometria e HPLC. **Tecnologia Ciências Agropecuária**, João Pessoa, v. 2, n. 1, p. 23-34, 2008

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, E. L. Gelatinization of corn grits by Roll- and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**. Minneapolis, v. 14; n. 1; p.4-12, 1969.

ANDRADE, E. C. B.; BARROS, A. M.; TAKASE, I. Avaliação das solubilidades de cobre e zinco em caldos de leguminosas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 386-388, 2003.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16th ed. Washington, 1995.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC international**. Food composition, additives, natural contaminants, 18 ed., v.2, Gaithersburg: AOAC International, 2006.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18^a ed. 3^a rev. Washington DC USA, p. 1096, 2010.

AUGUSTA, I. M. RESENDE, J. M.; BORGES, S.V.; MAIA, M.C.A.; COUTO, A. P. G. Physical and chemical characterization of malay red-apple (*Syzygium malaccensis* (L.) Merryl & Perry) Skin and pulp. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 928-932, 2010.

AYYANAR, M.; SUBASH-BABU, P. *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituents and traditional uses. **Pac Journal Tropical Biomed**, Columbia, v. 2, n. 3, p. 240-246, 2012.

BARBOSA-FILHO, J. M.; VASCONCELOS, T. H. C.; ALENCAR, A. A.; BATISTA, L. M.; OLIVEIRA, R. A. G.; GUEDES, D. N.; FALCÃO, H. S.; MOURA, M. D.; DINIZ, M. F. F. M.; MODESTO-FILHO, J. Plants and their active constituents from South, Central, and North America with hypoglycemic activity. **Revista Brasileira Farmacogn**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 392-413, 2005.

BARROCA, M.J.; GUINÉ, R.P.F.; ALVES, M.A.; OLIVEIRA, S.; GONÇALVES, F.J.; CORREIA, P.M.R. Effect of drying on the properties of pears cv **D. Joaquina**. **VII Congreso Iberoamericano de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas**, Madrid, Spain (2013).

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Resolução nº 12, de 1978**. Normas Técnicas Especiais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 de Julho de 1978.

CÉSPEDES, M.A.L. **Otimização do processo de extrusão da polpa de laranja: modificação das propriedades funcionais e sua aplicação como fonte de fibra alimentar**. 1999. 198f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

CHAMPAGNOL, F. Facteurs agronomiques de l'acidité des moûts et des vins. **Progrès agricole et viticole**, Montpellier, v. 111, n. 21, p. 469-480, 1994.

CHIM, J. F. **Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (*Rubus* sp.) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geléias convencional e *light***. 2008. 87f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

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

CHO, J., HEUZEY, M-C., BEGIN, A., CARREAU, P.J. Viscoelastic properties of chitosan solutions: effect of concentration and ionic strength. **Journal Food Engineering**. London, v. 74, n. 5, p. 500–515, 2006.

CIACCO, F.; CRUZ, R. Fabricação de amido e sua utilização. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, p. 152, 1982.

COLONNA, P.; DOUBLIER, J.L.; MELCION, J.P., MONREDON, F.; MERCIER, C. Extrusion cooking and drum drying of wheat starch. I. Physical and macromolecular modifications. **Cereal Chemistry**, Xangai, v. 61, n. 6, p. 538-543, 1984.

FANG, Z.; BHANDARI, B. Encapsulation of polyphenols: A Review. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 21, n. 1, p. 510-523, 2010.

FERNANDES, F. H. A.; SANTANA, C. P.; SANTOS, L. S.; CORREIA, L. P.; CONCEIÇÃO, M. M. MACÊDO, R. U.; MEDEIROS, A. C. D. Characterization of dried extract of medicinal plant by DSC and analytical techniques. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, Dordrecht, v. 113, n. 3, p. 443-447, 2013.

GIUSTI, M. T. F.; WROLSTAD, R. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems: Review, **Biochemical Engineering Journal**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 217-225, 2003.

GLOBAL 21: Informes Setoriais: Fruticultura. Disponível em: Acesso em: 19 jan. 2017.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 405-422, 2004.

KAUSHIK, V.; ROSS, Y. H. Limonene encapsulation in freeze-drying of gum Arabic-sucrose-gelatin systems. **LWT- Food Science and Technology**, Amsterdam, v. 40, n. 2, p. 1381-1391, 2007.

KESTEMNBACH H.; BOTA FILHO W. J. **Microscopia Eletrônica de Transição e Varredura**. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 1994.

KUSKOSKI, E. M. et al. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

LAGO, E. S.; GOMES, E.; SILVA, R. Produção de geléia de jambolão (*Syzygium cumini* L.): processamento, parâmetros físico – químicos e avaliação sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 847-852, 2006.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of Drying Temperature on the Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace Peels. **Journal of agricultural and food chemistry**, Washington, DC, v. 45, n. 4, p. 1390–1393, 1997.

LEITÃO, A. M. **Caracterização morfológica e físico-química de frutos e sementes de *Astrocary umaculeatum* Meyer (Arecaceae) de uma floresta secundária**. Manaus: 2008. 91f. Tese Ciências Biológicas (Botânica) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

LEON, E.; PISTON, F.; SHEWRY, P. R.; ROSELL, C. M.; MARTIN, A.; BARRO, F. Pasting properties of transgenic lines of a commercial bread wheat expressing combinations of HMW glutenin subunit genes. **Journal of Cereal Science**, London, v. 51, p. 344-349, 2010.

LIMA, L. A.; SIANI, A. C.; BRITO, F. A.; SAMPAIO, A. L. F.; OLIVEIRA, M. G. M.; RIEHL, H. C. A. S. Correlation of anti-inflammatory activity with phenolic content in the leaves of *Syzygium cumini* (L.) (Myrtaceae). **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 860-864, 2007.

LINDEBOOM, D.; CHANG, P. R.; FALK, K. C.; TYLER, R. T. Characteristics of starch from eight quinoa lines. **Cereal chemistry**, Saint Paul, v. 82, n. 2, p. 216-222, 2005.

MARQUES, L. G. **Liofilização de frutas tropicais**. 2008. 255p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos-SP.

MATSUURA, F.C.A.U. **Estudo do albedo de maracujá e seu aproveitamento em barra de cereais**. 138p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MATTA-JUNIOR, M.R. **Caracterização de biofilmes obtidos a partir de amido de ervilha (*Pisum sativum*) associado à goma xantana e glicerol**. 2009. 113 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MICHELIN, D. C.; MORESCHI, P. E.; LIMA, A. C.; NASCIMENTO, G. G. F.; PAGANELLI, M. O.; CHAUD, M. V.; Avaliação da atividade antimicrobiana de extratos vegetais. **Revista Brasileira Farmacogn**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 316-320, 2005.

MIGLIATO, K. F.; MOREIRA, R. R. D.; MELLO, J. C. P.; SACRAMENTO, L. V. S.; CORRÊA, M. A.; SALGADO, H. R. N. Controle da qualidade do fruto de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 94-101, 2007.

MONTILLA, E.C. MONTILLA, M.R.; ARZABA, S.; HILLEBRAND, P.; WINTERHALTER, T. Anthocyanin composition of black carrot (*Daucus carota* sp. *Sativus* var *atrorubens* Alef.) cultivars Antonina, Beta Sweet, Deep Purple, and Purple Haze. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 59, n. 3, p. 3385–3390, 2011.

MOORTHY, S. N. Tuber crops starches, Technology Bulletin, n.18, Central Tuber Crops Research Institute, Triruvananthapuram, 1994, 40p.

MORAES, J. O.; PERTUZATTI, P. B.; CORRÊA, F. V.; SALAS-MELLADO, M. D. L. M. Study of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei* Reade) in the process of food products. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 18-22, 2007.

MORITZ, D. E. **Produção do Pigmento Monascus Por *Monascus ruber* CCT 3802 em Cultivo Submerso**. 2005. 150p. Tese (Doutor em Engenharia Química), Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

PERONI, F. H. G.; ROCHA, T. S.; FRANCO, C. M. L. Some structural and physicochemical characteristics of tuber and root starches. **Food Science and Technology International**, Reading, v. 12, n. 6, p. 505-513, 2006.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. Fontes Vegetais Naturais de antioxidantes. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 123-135, 2009.

OLIVEIRA, V. B.; YAMADA, L. T.; FAGG, C. W.; BRANDÃO, M. G. L. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive biocompounds. **Food Research International**. Essex, v. 48, n. 10, p. 170–179. 2012.

PATRAS, A. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods mechanisms and kinetics of degradation. **Trends in Food Science & Technology**, Bray, v. 21, n. 1, p. 3-11, 2010.

PRENTICE-HERNANDEZ, C.; RUSIG, O. Extrato de urucum (*Bixaorellana* L.) obtido utilizando álcool etílico como solvente. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, São Paulo, v.35, n.1, p. 63-64, 1992.

RAMESHKUMAR, A.; SIVASUDHA, T.; JEYADEVI, R.; ANANTH, D. A.; PRADEEPPHA, G. Effect of environmental factors [air and UV-C irradiation] on some fresh fruit juices, **Food Research Technology**, Essex, v. 234, n. 1, p. 1063–1070, 2012.

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

ROCHA, C. T. **Obtenção de suco misto de acai, morango e acerola em pó por diferentes processos de secagem**. 2013. 45 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Centro de Ciência Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES.

ROMBALDI, C. V. Detannization and conservation of Jambolan fruit. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 976-982, 2010.

SANTANA, M.F.S. **Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá**. 168p. Tese (Doutorado em engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade estadual de campinas, Campinas, 2005.

SANTOS, C. A. A.; COELHO, A. F. S.; CARREIRO, S. C. Avaliação microbiológica de polpas de frutas congeladas. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 4, n. 28, p. 913-15, 2008.

SANTOS, D.T.; MEIRELES, M.A.A. Optimization of bioactive compounds extraction from jabuticaba (*Myrciariacauliflora*) skins assisted by high pressure CO₂. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Berlin, v. 12, n. 3, p. 398-406, 2011.

SCHERER, R.; GODOY, H. T. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. **Food Chemistry**, Barking, v. 112, n. 65, p. 654, 2009.

SEVERO, J.; DOS SANTOS, R. S.; CASARIL, J.; TIECHER, A.; SILVA, J. A.; SILVA, F. O.; MARTINS, M. I. E.; ANDRIAZZI, C. V. G. Custo de implantação de lichia em dois espaçamentos, **Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, XXVII**, 2002, Belém, PA. Anais... Belém: UFPEL, 2002.

SILVA, M. L. A. **Extração de corantes de urucum (bixaorellana l.) utilizando sistema de recirculação de solventes**. 2006. 92 p. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, 2006.

SILVA, P.B.; NACHTIGALL, A. M.; STRINGHETA, P.C. EFICIÊNCIA DE SOLVENTES NA OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CORANTES DE URUCUM (Bixa orellana L.), **B. CEPPA**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 115-124, 2010

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of animal science**, Madison, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

SOARES, N. M.; HORNES, M. O.; PERLIN, F. S.; PEREIRA, D. T.; SANTOS, M. **Vinho de jambolão (*Syzygiumcumini*) elaborado por duas formas de obtenção de polpa**. Farroupilha (RS): Instituto Federal de Farroupilha, 2014. 5 p.

SOUZA V. C.; LORENZI H. Botânica Sistemática: guia ilustrado para a identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG/II. **Nova Odessa: Instituto Plantarum**, 2005.

TAVARES, J. A. S.; SOARES JÚNIOR, M. S.; BECKER, F. S.; COSTA, E. E. Mudanças funcionais de farinha de arroz torrada com micro-ondas em função do teor de umidade e do tempo de processamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 6, p. 1102-1109, 2012.

TERCI, D. B. L. **Aplicações analíticas e didáticas de antocianinas extraídas de frutas**. 2004. 120 f. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 684-688, 2002.

VELOSO, L. A. **Corantes e Pigmentos - Dossiê Técnico**. Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Instituto de Tecnologia do Paraná, 2012.

VIZZOTO, M.; PEREIRA, M. C. Caracterização das propriedades funcionais do jambolão. Boletim de pesquisa e desenvolvimento 79. **EMBRAPA**, 2008.

CAPÍTULO V - PRODUÇÃO DE CORANTE NATURAL EXTRAÍDO DE PALHA DE MILHO ROXO

RESUMO

O interesse em pesquisas por corantes naturais aumentou consideravelmente nas últimas décadas, devido principalmente às rigorosas críticas dos consumidores, às restrições impostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e outras instituições aos corantes sintéticos. As antocianinas são pigmentos pertencentes ao grupo dos compostos polifenólicos, flavonoides, que é o grupo mais importante de compostos hidrossolúveis, responsáveis pelas cores que vão desde as tonalidades claras, rosa, vermelho, até tonalidades escuras, roxa, azul e preta. Estes compostos se encontram em vegetais (flores, frutos, sementes, folhas, etc.), inclusive na palha de milho roxo. O milho roxo é uma variedade diferenciada de milho que apresenta uma forte pigmentação roxa tanto no sabugo como no pericarpo dos grãos, e em sua palha, devido à grande quantidade de antocianinas presentes. Deste modo, o presente trabalho teve como objetivo a avaliação química e física da palha de milho roxo triturada, a extração e caracterização química e física do corante natural produzido. Inicialmente obteve-se a farinha da palha por secagem e trituração. Em seguida, procedeu-se a extração do corante utilizando como solventes água /etanol (proporção de 50:50), e a fixação utilizando como veículo farinha de arroz, seguida de secagem a 30°C. A caracterização da farinha da palha de milho roxo e do corante natural em pó foi realizada por meio da determinação das propriedades físico-químicas, composição proximal, compostos bioativos, microscopia eletrônica de varredura, análise térmica-calorimetria exploratória diferencial (DSC) e perfil viscoamilográfico (RVA). Os resultados indicaram que o processo de extração do corante intervém negativamente nas características do produto final com a diminuição de 255 % de compostos fenólicos e 10 vezes da atividade antioxidante. Conclui-se que o resíduo do milho roxo pode ser utilizado para extração de corante natural, tendo o potencial para ser empregado como corante em processamento de produtos alimentícios.

Palavra-Chave: *Zea mays* L., Antocianinas, compostos bioativos.

ABSTRACT

Interest in research on natural dyes has increased considerably in recent decades, mainly due to stringent consumer criticism, restrictions imposed by the World Health Organization (WHO) and other institutions on synthetic dyes. Anthocyanins are pigments belonging to the group of compounds polyphenols, flavonoids, which is the most important group of water soluble compounds, responsible for the colors ranging from light shades, pink, red to dark shades, purple, blue and black. These compounds are found in vegetables (flowers, fruits, seeds, leaves, etc.), including purple corn husk. Purple maize is a differentiated variety of maize that exhibits a deep purple pigmentation in both the cob and pericarp of the grains, and in its straw, due to the large amount of anthocyanins present. Thus, the present work had as objective the chemical and physical evaluation of the crushed purple corn straw, extraction and chemical and physical characterization of the natural dye produced. Initially the straw flour was obtained by drying and grinding. Then, the dye extraction was performed using water / ethanol solvents (50:50 ratio), and fixation using rice flour, followed by drying at 30 ° C. The characterization of the flour of the purple corn straw and the natural powder dye was carried out by means of determination of the physicochemical properties, proximal composition, bioactive compounds, scanning electron microscopy, differential scanning calorimetry (DSC) and visco-amylographic profile (AVR). The results indicated that the process of dye extraction interferes negatively in the characteristics of the final product with the decrease of 255 % of phenolic compounds and 10 times of the antioxidant activity. It is concluded that the residue of the purple maize can be used for natural dye extraction, having the potential to be used as a food processing dye.

Keywords: *Zea mays* L., anthocyanins, bioactive compounds

1 INTRODUÇÃO

O milho comum se consolida como a segunda cultura mais importante para a agricultura brasileira. Os dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016) demonstram que o cereal representou 41,43% de toda a produção de grãos do país na safra 15/16, com 80,05 milhões de toneladas produzidas. No entanto, para a safra 16/17 é aguardada uma redução na produção brasileira de milho, o número apontado para esta safra é de 78,59 milhões de toneladas, diminuindo a representatividade do cereal para 38,86 %. A produção mundial de milho aguardada para a safra 16/17 é de 996,12 milhões de toneladas, consolidando a cultura do cereal como a mais produzida no mundo.

Segundo Abdel-aal; Young e Rabalski (2006) estão presentes na natureza, diferentes colorações de grãos de milho, todavia, grãos de coloração vermelha, roxo, azul e preto são produzidos apenas em pequenas quantidades, apesar de apresentarem grande valor para a preparação de alimentos funcionais ou para uso na ornamentação, devido à sua aparência colorida. A pigmentação do milho sobressai, principalmente, no pericarpo do grão, podendo ser encontrada também na camada de aleurona, germe, endosperma e palha (PEREIRA, 2006).

No Chile, existem mais de 900 espécies de milhos e a grande maioria é pigmentada ou multicolorida (SALAZAR-SUAZO et al., 2006). O milho com coloração roxa há séculos tem sido cultivado na Região Andina. No Peru, uma bebida típica conhecida por “chicha morada” feita com milho roxo é consumida por muitas pessoas, o milho roxo é conhecido por apresentar benefícios à saúde (BRACK-EGG, 1999). No Japão, o milho roxo é utilizado como fonte de pigmentos adicionados a bebidas e geleias, entre outros alimentos (GABRIELSKA et al., 1999).

O milho roxo apresenta em sua composição antocianinas, que são pigmentos pertencentes ao grupo dos compostos polifenóis, flavonoides, que é o grupo mais importante de compostos hidrossolúveis, responsáveis pelas cores que vão desde as tonalidades claras, rosa, vermelho, até tonalidades escuras, roxa, azul e preta. Estes compostos se encontram em vegetais (flores, frutos, sementes, folhas, etc.) e em animais (peixes, insetos, etc.). Pesquisas realizadas por Nam et al. (2006) e Philpott et al. (2006) mostram as inúmeras vantagens destes pigmentos para a saúde humana principalmente como agente antioxidantes que age na inibição dos radicais livres.

De acordo com Azeredo (2012) os corantes são adicionados aos alimentos por várias razões, que incluem as perdas ou alterações da cor natural que ocorrem durante o processamento e estocagem, ou ainda por problemas de matérias-primas de origem diferentes. Desde modo, espera-se encontrar nos alimentos, principalmente os processados, uma boa aparência, natural e que se torna atraente aos consumidores. Há uma grande tendência em substituir os corantes artificiais, empregado em alimentos industrializados, por corantes naturais, em benefício dos efeitos nocivos (OLIVEIRA, 2009).

Este trabalho tem como objetivo a caracterização química e física da palha de milho roxo triturada, bem como a sua utilização na extração de corantes naturais em pó e a caracterização química e física do mesmo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PALHA DE MILHO ROXO

Foram adquiridos no município de Hidrolândia (GO), na fazenda Nossa Senhora Aparecida latitude 16,965475 Sul, longitude 49,184229 Oeste e altitude 787 m), aproximadamente 20 kg de palha de milho roxo (*Zea Mays L.*). Inicialmente as palhas foram selecionadas, lavadas com água corrente e sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio e posteriormente foram secas em uma estufa com circulação de ar e renovação de ar (35 °C) (marca Tecnal, modelo TE-394/4 mp, SP/Brasil). As palhas sanitizadas e secas foram trituradas em moinho de rotor tipo ciclone (Marca Tecnal, modelo TE-651/2, SP/Brasil) com peneira de 0,5 mm e em seguida foram armazenadas em sacos de polietileno com zíper hermético, a -18 °C, até o início dos ensaios.

Utilizou-se para a determinação da umidade e lipídeos totais a metodologia descrita pela AOAC (2006). A proteína bruta foi determinada conforme o método da AOAC (1995). As cinzas de acordo com procedimento da AOAC (2006). A determinação do teor de fibra alimentar total foi realizada tendo por base o método AOAC 985.29 (enzimático-gravimétrico). O teor de carboidratos foi calculado pelo método de diferença, subtraindo-se de cem os valores de umidade, extrato etéreo, proteína, fibra e cinzas (SNIFFEN et al., 1992). Acidez titulável, pH, sólidos solúveis determinado segundo a AOAC (2010). Parâmetros colorimétricos das amostras foi determinada utilizando colorímetro (Branking Meter minolta,

BC-10, Ramsey, USA) segundo a metodologia proposta por Oliveira (2012). Os índices de absorção em água (IAA), solubilidade em água (ISA) e absorção em óleo (IAO) foram determinados segundo metodologia descrita por Anderson et al. (1969). Para a determinação da atividade de água (Aw), utilizou-se um medidor (AquaLab, CX-2, Washington, EUA). Os compostos fenólicos totais foram determinados pelo método proposto por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997) e as antocianinas monoméricas por Giusti e Wrolstad (2003). Para a medida da atividade antioxidante foi utilizada a metodologia descrita por Scherer e Godoy (2009). As amostras foram caracterizadas do ponto de vista morfológico por microscopia eletrônica de varredura (MEV), segundo a metodologia proposta por Kestemnbach (1994). As propriedades térmicas foram obtidas através de um calorímetro exploratório diferencial (marca TA Instruments, modelo Q20 DSC, New Castle, EUA) segundo AACC (2000). As curvas de propriedade de pasta foram obtidas por meio de um viscosímetro (Marca RVA – Perten Instruments, modelo 4500, Hägersten Suécia) de acordo com método proposto pela AACC (2000).

Os resultados das análises do experimento foram avaliadas através da exploração dos resultados com quatro repetições em triplicata, totalizando doze unidades experimentais e os resultados expressos em média e o desvio-padrão das amostras.

2.2 EXTRAÇÃO DO CORANTE NATURAL

Para a extração do corante da palha de milho roxo, utilizou-se a técnica aplicada em corante de urucum (PRENTICE-HERNANDEZ e RUSIG, 1992), utilizando como solvente água /etanol (na proporção de 50:50). A palha do milho roxa moída foi deixada por 16 horas à temperatura de 5 °C em contato com os solventes. Em seguida, a solução foi filtrada em tecido de organza para remoção dos resíduos. O extrato foi centrifugado por 10 minutos a temperatura ambiente. Após a centrifugação o extrato foi concentrado a 35-38 °C em evaporador rotativo até redução de 50 % do volume inicial. Para a obtenção do corante natural em pó o concentrado foi misturado com farinha de arroz (proporção de 100 g 50 L) e submetido a uma secagem em secador de bandejas (marca Tecnal, modelo TE-394/4mp, SP/Brasil), com circulação forçada de ar, à temperatura média de 30 °C por 6h.

A farinha de arroz utilizada no processo foi da marca Maninho adquirida no comércio local da cidade de Goiânia-GO. A caracterização do corante seguiu as metodologias descritas anteriormente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PALHA DE MILHO ROXO MOÍDA E CORANTE NATURAL EXTRAÍDO

Os teores médios de umidade (Tabela 1) da PMR e do CPMR estão dentro dos padrões estabelecidos pela ANVISA (1978) que exige o máximo de $15 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ de umidade em farinhas. O que contribui para conservação do material de forma natural (PIZZINATO, 1999).

Observa-se um baixo teor de cinzas para a PMR e teor 3,3 % menor para o CPMR (Tabela 1). Tanto a PMR quanto a CPMR não podem ser consideradas fontes de minerais, pois a Resolução - CNNPA nº 12, de 1978 (BRASIL, 1978) estabelece um teor de 2 % para que seja considerado um produto fonte de minerais. No entanto, Zardo (2010) relata que a presença de minerais influencia de forma direta na qualidade do produto, baixos teores de cinzas indicam uma melhor qualidade do mesmo.

Os lipídios são moléculas altamente energéticas e geralmente, aparecem em quantidades baixas em cereais. Na Tabela 1 observou baixos teores de lipídios na PMR e um teor 3 vezes maior para o CPMR. Essa diferença pode ser devido ao teor de lipídeos da farinha de arroz utilizada, que apresenta $0,46 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ Segundo a Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998 (BRASIL, 1998), esses dois produtos podem ser considerados produtos com baixo teor de gorduras. Somerville et al. (2000) relataram valores 3 vezes superiores aos da PMR em sementes de milho roxo ($0,69 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$) a diferença se relaciona às diferenças entre as matérias primas avaliadas. Castro Filho (2007) avaliando palha de milho comum encontrou teor de lipídeos de $0,35 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$ valor similar ao encontrado nesse estudo.

Nota-se um baixo teor de proteínas na PMR e um valor 2,72 vezes maior para o CPMR. Tal acréscimo se relaciona ao teor de proteínas informado no rótulo da farinha de arroz adicionada (3,0 g). Em trabalho realizado por Pinto et al. (2010) que analisou várias cultivares de milho comum, encontrou um teor superior de proteína na palha de milho comum (7,1 %) tal diferença pode estar relacionada ao cultivar e também às condições de cultivo. De

acordo com a legislação (BRASIL, 1998), as amostras analisadas não podem ser consideradas fonte de proteínas, pois para isso deveria apresentar teor mínimo de 50,0 %.

A PMR apresentou valor alto de fibra alimentar total (Tabela 1), sendo considerado um produto rico em fibras. De acordo com a Portaria nº. 27/1998 – ANVISA, um alimento sólido que contenha de 3,0 a 6,0 g 100g⁻¹ de fibras é considerado “fonte” de fibras e acima disso classificado como alimento com “alto teor” de fibras (BRASIL, 1998). O teor de fibra alimentar do CPMR diminuiu 7,6 vezes quando comparado ao teor da PMR. Rickman et al. (2007) explica que o teor de fibra pode sofrer redução no momento do processamento, com aquecimento, adição de água e armazenamento. A diminuição do teor de fibras do CPMR também tem relação direta com o baixo teor de fibras da farinha de arroz utilizada na obtenção do corante.

Os teores de carboidratos totais encontrados para a PMR e CPMR (Tabela 1) estão dentro dos limites especificados pela legislação que são mínimos de 70-75 % (BRASIL, 2005) Estudos relataram que o sistema de cultivo influencia o teor de carboidratos (DIAS; LEONEL, 2006). O teor de carboidratos encontrados por Fernandes (2003) em palha de milho foram 44,90 g 100g⁻¹. Esses valores são inferiores aos encontrados para PMR. A diferença pode estar relacionada ao cultivar e também ao sistema de cultivo pois segundo Kokuszka (2005) em seu trabalho relata que espigas produzidas por sistemas orgânicos apresentam teor de carboidratos maiores que os convencionais, sendo que as palhas utilizadas nesse estudo são provenientes de cultivo orgânico.

Pinto et al. (2010) estudaram a palha de milho roxo na cidade de Ponta Grossa encontraram valores semelhantes aos deste trabalho com umidade de (10,40 g 100g⁻¹) e cinzas (1,41 g 100g⁻¹), superiores de proteína (1,23 g 100g⁻¹) e lipídeos (4,58 g 100g⁻¹) e valor inferior para fibra alimentar total (15,25 g 100g⁻¹). Essas variações podem ter ocorrido devido aos cultivares e as condições ambientais serem diferentes. Cherigate (2012) relata em seu trabalho feito com corante encapsulado de farinha de amora-preta (*Rubbus* spp.) resultados maiores para cinza (0,5 %) e proteína (1,4 %) e inferiores para lipídeos (0,1 %) e fibras alimentares (4,2 %) em relação ao CPMR.

A PMR apresentou valor próximo à zero para a luminosidade enquanto o CPMR apresentou valor mais alto. Esse fato pode ser explicado devido à utilização da farinha de arroz no processamento para obtenção do corante (Tabela 1). A coordenada a* expressa tonalidades das cores entre vermelho e verde. Os valores obtidos nesse trabalho foram positivos indicando uma intensidade para a cor vermelha tanto para a PMR como para o

CPMR, isso pode ser explicado devido à presença de antocianinas na palha do milho roxo, como já relatado por Rocha (2013).

A coordenada b^* é representada pelas tonalidades das cores azul e amarela. Nesse estudo a coordenada b^* apresentou valores positivos (Tabela 1), que correspondeu à intensidade de cor amarela, devido aos pigmentos amarelos presentes em algumas partes da palha do milho. No caso do CPMR isso ocorreu pela utilização da farinha de arroz para a produção do corante.

Tanto a PMR quanto o CPMR apresentaram valores para coordenada c^* (Tabela 1) intensidade de tonalidade para o vermelho. Lima et al. (2007) explicou que essa intensidade de tonalidade para a cor vermelha característica em produtos com presença de antocianinas. O ângulo hue (H°) obtido neste estudo mostrou que tanto a PMR como o CPMR tem uma tendência ao vermelho-azulado. Os resultados obtidos com as análises de coordenadas de cor indicam que a palha de milho roxo apresenta forte potencial para extração de corante natural, observando características desejáveis de coloração e estimulando seu uso em alimentos.

Em estudo de polpa de mirtilo, fruta rica em antocianinas, Rocha (2009) determinou valores de a^* de 7,99 tendendo ao vermelho, sendo que para a coordenada b^* , o valor encontrado foi de -0,54 tendendo ao azul. Os valores encontrados para L^* , H° e c^* foram de (24,55, 302,4 e 10,55), respectivamente, valores estes similares aos encontrados neste estudo tanto para a PMR como para o CPMR, fortalecendo assim a característica da riqueza em antocianinas presente nas amostras.

Tabela 1. Médias e desvio padrão da composição proximal da palha de milho roxo (PMR) e corante de palha de milho roxo em pó (CPMR) e coordenadas de cor L^* , a^* , b^* , c^* e H° .

Parâmetros	PMR ¹	CPMR ¹
Umidade ²	6,41 ± 0,09	13,10 ± 0,15
Cinzas ²	1,41 ± 0,16	0,43 ± 0,10
Lipídeos ²	0,23 ± 0,03	0,69 ± 0,09
Proteínas ²	0,25 ± 0,00	0,68 ± 0,01
Fibras Alimentar totais ²	34,75 ± 0,24	4,99 ± 0,11
Carboidratos Totais ²	57,2 ± 0,22	80,11 ± 0,10
L^*	48,3 ± 0,19	74,1 ± 0,47
a^*	12,65 ± 0,75	10,5 ± 0,31
b^*	3,8 ± 0,64	2,00 ± 0,12
c^*	12,89 ± 0,15	10,67 ± 0,66

H°

307,01 ± 0,01

307,00 ± 0,02

¹ Valores expressos em médias seguidas pelos desvios-padrão

² g (100 g)⁻¹

Os valores médios de pH e acidez total titulável da PMR e do CPMR (Tabela 2) mostraram que as duas matérias-primas analisadas podem ser classificadas como pouco ácido e, partindo-se da premissa que os níveis de acidez considerados ideais para alimentos relatados por Fontes (2010) encontram-se na faixa de 0,5 a 1,5 (g ácido cítrico 100 g⁻¹), pode-se afirmar que tanto a PMR como o CPMR tem potencial para serem utilizados na a elaboração de alimentos, não prejudicando suas propriedades físicas e sensoriais.

Os valores médios encontrados para o teor de sólidos solúveis tanto para PMR quanto para CPMR (Tabela 2) foram menores quando comparados com cascas de produtos originários de frutas. Castro Filho (2007) estudou palha de milho verde encontrou valores similares desse teor (0,42). Essa característica já era esperada, pois as palhas de cereais, segundo o mesmo autor são pobres em sólidos solúveis e ricas em fibras. No entanto, em estudo realizado Storck (2015) em farinhas de resíduos da produção de suco de uva, encontrou valores próximos aos deste estudo (0,38).

A atividade de água tem sido considerada como uma característica fundamental no controle de qualidade de alimentos. De acordo com Chisté et al. (2006), considera-se a atividade de água de 0,60 como o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismos. A PMR apresentou aw dentro dos limites permitidos pela legislação. Já a CPMR apresentou aw maior que 0,60, como esperado, pois foram utilizadas condições bastante brandas na secagem do corante para interferir o mínimo possível no teor de antocianinas do produto final. Silva (2006) avaliando a o teor de aw em corante de urucum encontrou valores semelhantes aos relatados nesse estudo (0,62).

Os resultados de IAA, ISA e IAO indicaram a capacidade de hidratação da PMR e do CPMR (Tabela 2). De acordo com Colonna et al. (1984) o índice de absorção de água está relacionado à disponibilidade de grupos hidrofílicos (-OH) em se ligar às moléculas de água e à capacidade de formação de gel das moléculas de amido. Os valores obtidos são menores quando comparados às farinhas com alto teor de amidos e de fibras. Esses resultados confirmaram que tanto a PMR quanto a CPMR não possuem disponibilidade de grupos hidrofílicos e nem capacidade de formação de gel a frio. Schafhauser et al. (2015) avaliaram resíduo de milho e encontrou valores próximos aos determinados nesse estudo para as análises

de ISA (3,59) e IAA (12,59), o mesmo autor explica que esse comportamento depende da quantidade de moléculas solúveis presentes na amostra.

Tabela 2. Médias e desvio padrão das características físicas e químicas (pH, acidez titulável (AT) (g ácido cítrico 100g⁻¹), sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), atividade de água (aw), índices de absorção em água (IAA), absorção de óleo (IAO) e de solubilidade em água (ISA) da palha de milho roxo (PMR) e do corante da palha de milho roxo em pó (CPMR).

Parâmetros	PMR	CPMR
pH	5,00 ± 0,04	4,33 ± 0,05
AT	0,23 ± 0,05	0,13 ± 0,02
SST	0,40 ± 0,07	0,45 ± 0,11
aw	0,41 ± 0,01	0,65 ± 0,01
IAA	11,37 ± 0,06	12,23 ± 0,04
IAO	3,84 ± 0,09	2,18 ± 0,06
ISA	3,87 ± 0,37	2,89 ± 0,31

A PMR apresentou alto teor de antocianinas (Tabela 3) quando comparada com grãos de milho roxo que contém, segundo Stanquevis (2013), concentração de (16,2 mg cianidina 3-glucosídeos eq./g, e de mirtilo, fruto rico em antocianinas, relatado por Moyer et. al. (2002), de 34 mg.100g⁻¹. A quantidade das antocianinas nos vegetais estão relacionadas a fatores genéticos e ambientais, como: condições de cultivo, tempo de plantio, exposição à luz UV e método de colheita. Por esse motivo, a comparação de teores destes compostos entre diferentes culturas de um mesmo vegetal, como frutas, ou dentre culturas e vegetais diferentes pode gerar resultados bastante distintos. A variação do teor de antocianina do grão do milho em relação a palha de milho roxo pode ser explicada devido os grãos possuírem pigmentos apenas no pericarpo, no entanto a PMR apresentou pigmento em todo seu interior.

O teor de antocianina do CPMR reduziu em relação a PMR, essa redução pode estar associada com a temperatura de secagem do corante, pois Patras (2010) relata que o processo de secagem pode provocar alterações indesejáveis na amostra, como a degradação de antocianinas, além da diluição desse teor pela adição da farinha de arroz.

Os resultados encontrados para compostos fenólicos na PMR podem ser considerados altos segundo Brasil (1998) que estabelece para um alimento funcional mínimo de 100 mg 100g⁻¹, visto que em estudo realizado por Montilla et al. (2011), relatou variação de (311,0 a 817,6 mg 100g⁻¹), para diferentes cultivares de milho roxo. Del Pozo-Insfran et al. (2006), De La Parra et al. (2007) e Mora-Rochin et al. (2010) relataram médias de 40,0 a 266,0 mg 100g⁻¹

de fenólicos totais em milho de diferentes colorações. Essas variações no conteúdo de fenólicos podem ser devido a fatores como condições climáticas ou biológicas, pois a formação de flavonoides no vegetal depende da luz (ZILÍC et al., 2012), além das prováveis perdas durante o processamento.

O teor de compostos fenólicos do CPMR reduziu 255 %, possivelmente, parte são devido à diluição destes na farinha de arroz, mas também pela solubilidade dos compostos fenólicos. Su et al. (2007) relataram que a diminuição pode ser explicado pela solubilidade dos compostos fenólicos, ao qual é influenciada pela polaridade dos solventes utilizados, por sua interação com outros constituintes da amostra, pelo seu grau de polimerização, e pela formação de complexos insolúveis. Desta forma, fatores como a composição do solvente, tempo e temperatura de extração, tratamento da amostra, vão refletir na maior ou menor quantidade dos compostos fenólicos.

Em relação à porcentagem de sequestro de radical livre de antioxidante (Tabela 3) a PMR apresentou valor médio aproximadamente 10 vezes maior que a média encontrada para CPMR. A capacidade antioxidante está relacionada com o conteúdo de fenólicos totais e com o conteúdo de antocianinas. Essa redução se relaciona à diluição dessa capacidade com a adição da farinha de arroz e segundo Pérez-Jiménez e Saura-Calixto (2006) pelo tipo de solvente utilizado na extração do corante e a polaridade, que podem afetar a transferência de elétrons e átomos de hidrogênio, que é um aspecto importante na medida da capacidade antioxidante. No trabalho realizado em milho colorido por Barbosa (2016) encontrou valores superiores de compostos fenólicos ($690 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$) e de capacidade antioxidante ($74 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$).

Tabela 3. Médias e desvio padrão dos compostos bioativos, antocianinas, compostos fenólicos e capacidade antioxidante da palha de milho roxo (PMR) e do corante de palha de milho roxo (CPMR).

Parâmetros	PMR	CPMR
Antocianina (mg L^{-1})	$188,14 \pm 0,11$	$28,72 \pm 0,08$
Compostos fenólicos ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$)	$409,19 \pm 0,80$	$154,75 \pm 0,60$
Capacidade Antioxidante ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$)	$69,4 \pm 0,05$	$6,89 \pm 0,01$

As imagens de MEV mostraram (Figura 1. A, B e C) que a palha de milho roxo triturada apresentou partículas não esféricas e muito menos disperso. Pode-se ressaltar que

apresentaram característica de produto rico em fibras. Marconcíni (2007) analisando a microscopia ótica e eletrônica em palha de milho comum encontrou resultados semelhantes a estes, e ressaltou a característica de produto fibroso.

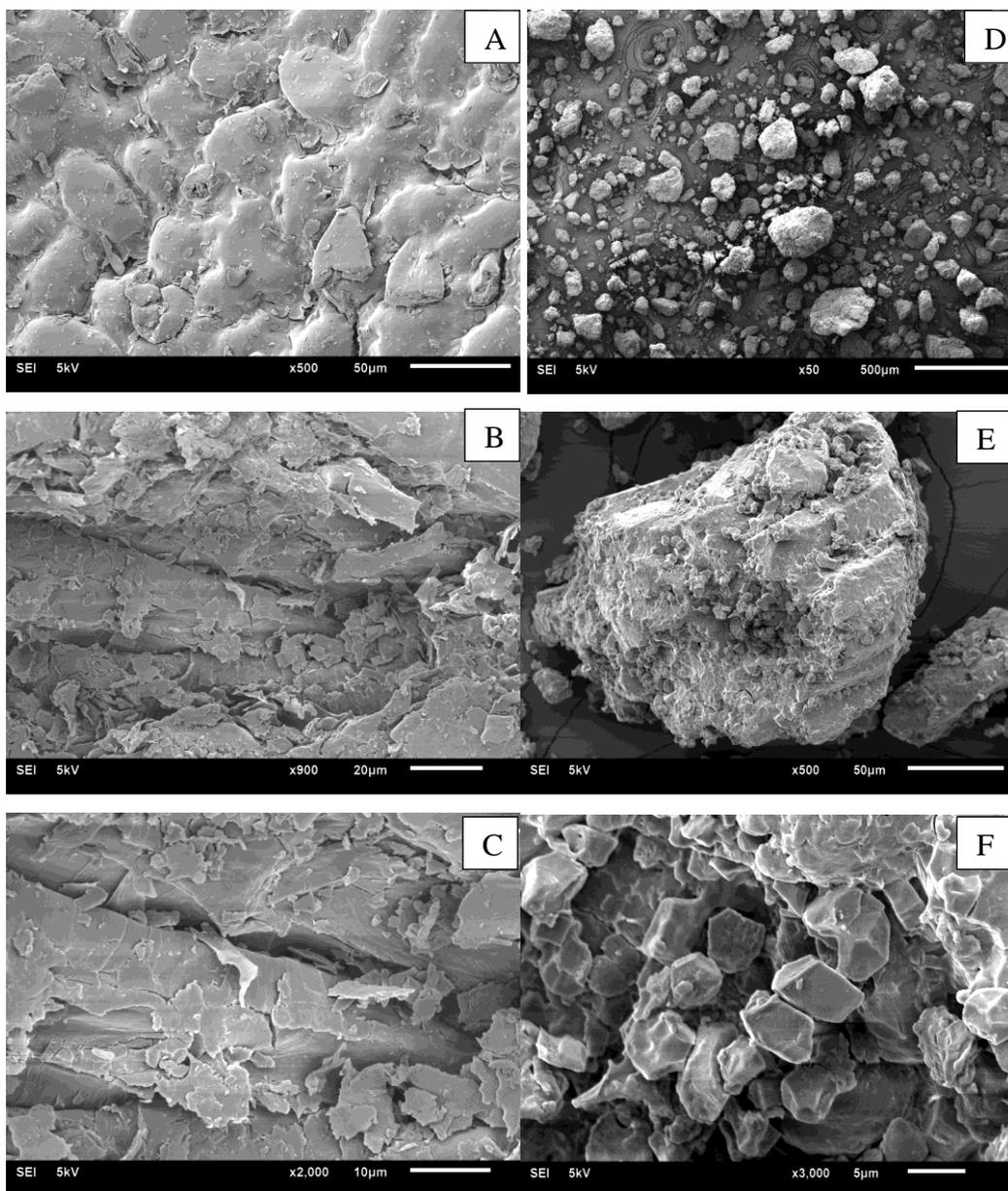


Figura 1. Imagens da Microscopia Eletrônica de Varredura da palha de milho roxo (A, B, C), nos aumentos de 500, 900 e 2000x, e do corante da palha de milho roxo (D, E e F), nos aumentos de 50, 500 e 3000x.

Já nas Figuras 1.D, E e F do CPMR observou a presença de grânulos com forma arredondada, que são características do amido de arroz, já que a farinha de arroz foi utilizada no processamento do corante. A Figura 1.D apresenta uma composição heterogênea, com uma estrutura irregular com formas indefinidas, rica em material de aspecto esponjoso, com pequenas cavidades e falhas estruturais de tamanhos variados. Na Figura 1. F apresenta alguns

aglomerados que pode ser identificado como grânulos de amido, em seus formatos originais e também material não amiláceo, que estão aderidos entre si ou aos grânulos de amido. De acordo com Lopes et al. (2002) e Silva et al. (2004), quando a matéria prima é submetidos a elevação da temperatura ocorrem alterações amiláceas. Sendo assim, a temperatura utilizada obtenção do corante em pó pode ter causado tais alterações.

Os perfis viscoamilográficos, obtidos no RVA, da PMR e do CPMR (Figura 2.A e B) indicaram diferentes picos de viscosidade. Essa informação é um indicativo da máxima viscosidade que as amostras foram capazes de alcançar e segundo Walker et al. (2002) são indicadores do grau de gelatinização e cozimento de alimentos. A viscosidade de pico para a PMR foi de 13000 cp, e para o CPMR de 4500 cp, nas duas figuras é possível observar que há picos máximos de viscosidade seguidos de uma quebra, com isso a viscosidade se mantém constante e passa a aumentar com o resfriamento. Godoy (2013) relatou que porque durante a fase de resfriamento, os polímeros de amilose e amilopectina solubilizados começam a se reassociar. Segundo Almeida-Domingues et al. (1997) a presença de diferentes constituintes, que não são amido, podem ser a causa de picos de viscosidade maiores, como os observados na PMR.

A palha de milho roxo quando comparada com o corante de palha de milho, mostrou maiores valores de viscosidade de pico e quebra o que pode ser devido ao maior teor de fibras, ou ainda em função do menor alinhamento das cadeias de amilose. Sendo que o CPMR mostrou maior tendência a retrogradação devido à presença do amido da farinha de arroz. De acordo com Fernández Muñoz et al. (2011) quando suspensões aquosas de amido são submetidas ao RVA, há um aumento da viscosidade na fase inicial de aquecimento, período em que os grânulos também iniciam o poder de inchamento e moléculas de amilose são lixiviadas desses amidos.

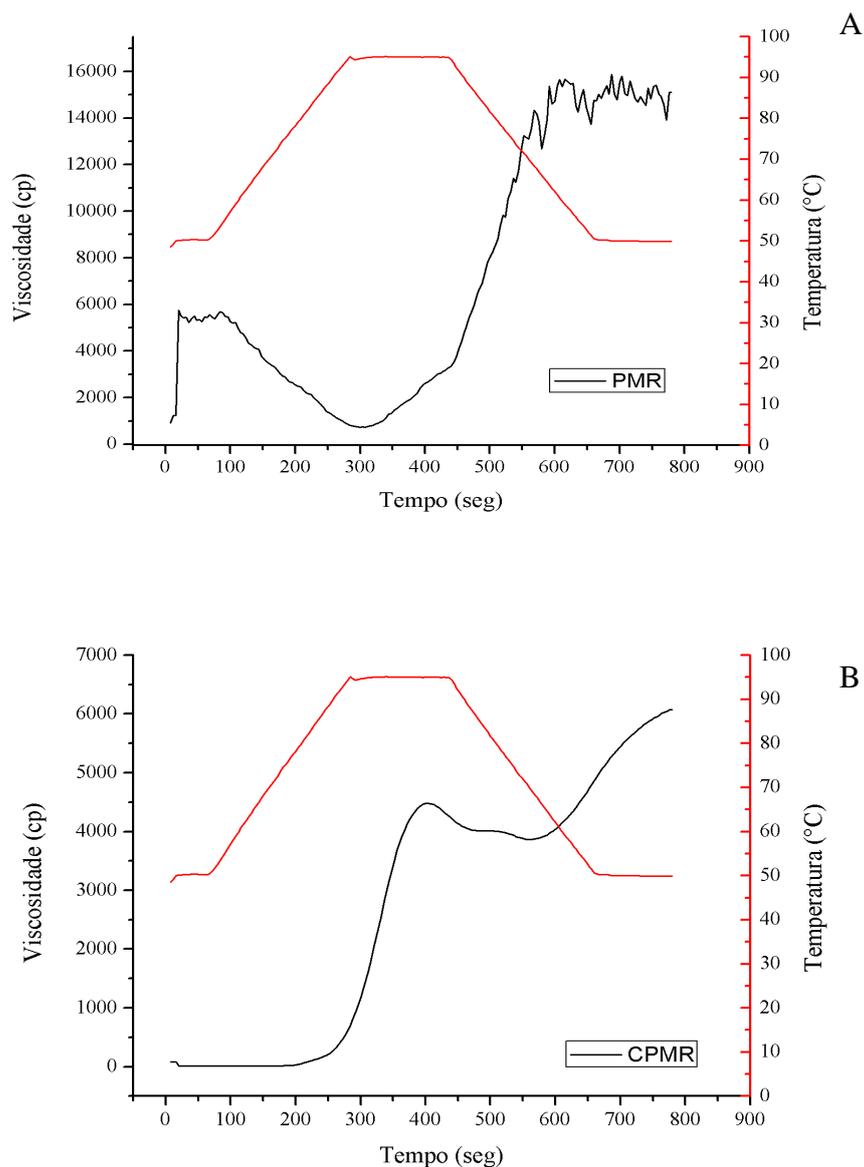


Figura 2. Curvas RVA da palha de milho roxo (PMR) (A) e do corante da palha de milho roxo (CPMR) (B).

A Figura 3 mostrou as curvas de DSC da PMR, em que ocorreram três picos endotérmicos e dois hexotérmicos na curva. De acordo com Vrinceanu et al. (2013) as fibras lignocelulósicas degradam em vários passos, a celulose degrada entre 310 °C – 360 °C, enquanto que a hemicelulose se degrada entre 240 °C – 310 °C, e a lignina em amplas temperaturas entre 200 °C – 550 °C. Neste estudo observa-se que a amostra de PMR possui um pico a aproximadamente 300 °C, outro a 370 °C e a tendência ao terceiro a 400 °C. Esse resultado leva a crer que esses picos correspondem aos relatos de Vrinceanu et al. (2013), que sustenta a sugestão feita por Chand e Fahim (2008) de que em 295 °C há um pico que

corresponde a perda de massa e decomposição de hemicelulose e que o segundo pico, em 380 °C é atribuído a decomposição da α -celulose, sugerindo que a formação do terceiro pico se relacione à lignina.

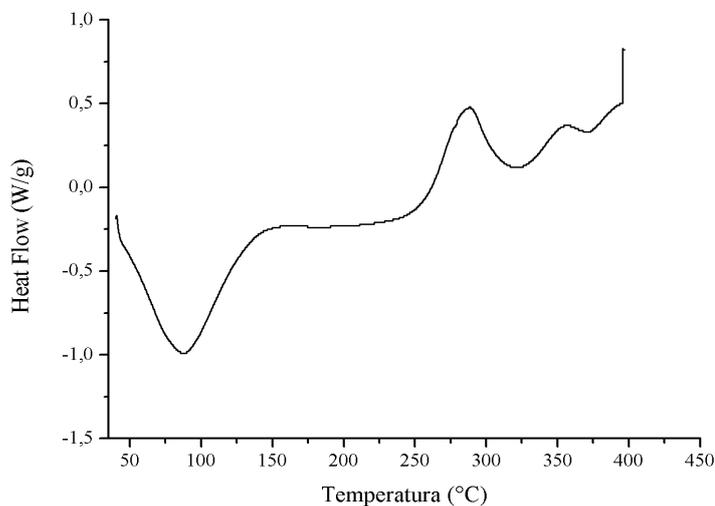


Figura 3. Curva do DSC da palha de milho roxo.

4 CONCLUSÃO

A palha de milho roxo é um resíduo rico em fibra alimentar total e compostos bioativos, sendo uma alternativa para o seu aproveitamento alimentar.

É possível utilizar a palha de milho roxo triturada no processo de extração de corantes naturais ricos em antocianinas para sua utilização em alimentos.

A utilização de água e etanol e da farinha de arroz, no momento da extração do corante, juntamente com a temperatura de secagem, podem ter influenciado na redução dos compostos bioativos.

Mesmo com a redução desses compostos, os resultados obtidos indicam que a palha de milho roxo tem propriedades antioxidantes, com presença de compostos bioativos, com potencial valor como ingrediente funcional de alimentos.

REFERENCIAS

ABDEL-AAL, E. S. M.; YOUNG, C. H.; RABALSKI, I. Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, n. 13, p. 4696-4704, 2006.

AACC (AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTRY). **Internacional approved methods of analysis**. 10.ed. St. Paul, MN, 2000. Approved November 8.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Resolução CNNPA n. 12 de 1978. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de Julho de 1978. Disponível em: Acesso em: 16 de Fevereiro de 2017.

ALESSANDRA, T. B. P.; JOYCE, P.; TATIANA, R. O.; ROSILENE, A. P.; RODRIGO, R. Characterization of Corn Landraces Planted Grown in the Campos Gerais Region (Paraná, Brazil) for Industrial Utilization. **Brazilian Archives of Biology Technology**, Curitiba, v. 52, Special Number: p. 17-28, 2009.

ALMEIDA-DOMINGUEZ, H. D., SUHENDRO, E. L., ROONEY, L. W. Factors affecting rapid visco analyser curves for the determination of maize kernel hardness. **Journal of Cereal Science**, London, v. 25, n. 5, p. 93-102, 1997.

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, E. L. Gelatinization of corn grits by Roll- and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**. Minneapolis, v. 14; n. 1; p.4-12, 1969.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16th ed. Washington, 1995.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC international**. Food composition, additives, natural contaminants, 18 ed., v.2, Gaithersburg: AOAC International, 2006.

AOAC – Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of Analysis**. 18^a ed. 3^a rev. Washington DC USA, p. 1096, 2010.

AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2ª edição. Brasília. Editora Técnica. 2012. 326p. 2012.

BARBOSA, N. A.; PAES, M. C. D.; PEREIRA, J. Substâncias bioativas e atividade antioxidante de genótipos de milho com diferentes colorações de grãos, **XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo, inovação, mercado e segurança alimentar**. Bento Gonçalves, 2016.

BRACK-EGG, A. Zea mays L. In: _____. **Diccionario enciclopédico de plantas utiles del Perú**. Cuzco: Imprenta del Centro Bartolomé de las Casas, 1999. p. 537-538.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2005b). Institui o Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. (**RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005**). Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Resolução nº 12, de 1978**. Normas Técnicas Especiais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 de Julho de 1978.

BRASIL. **Portaria SVS/MS nº 27, de 14 de janeiro de 1998**. Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de janeiro de 1998.

CASTRO FILHO, M. A.; BARBOSA, M. A. A. F.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; GASTAL, D. W. Nutritional value of the straw of green maize for bovines, **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 8, n. 2, p. 112-121, 2007.

CHAND, N.; FAHIM, M. **Tribology of natural fiber polymer composites**. Woodhead Publishing Limited and Maney Publishing Limited on behalf of The Institute of Materials, Cambridge, England, p. 205, 2008.

CHERIEGATE, A. P. S. C. **Análise microestrutural da polpa de amora-preta (rubus spp.) co-cristalizada por sacarose**. 2012, 90 p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, 2012.

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

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, CONAB. Diversas consultas.
<http://www.conab.gov.br/>. Acesso 19/03/2017.

COLONNA, P.; DOUBLIER, J.L.; MELCION, J.P., MONREDON, F.; MERCIER, C. Extrusion cooking and drum drying of wheat starch. I. Physical and macromolecular modifications. **Cereal Chemistry**, Xangai, v. 61, n. 6, p. 538-543, 1984.

DIAS, L. T; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 692-700, 2006.

FERNANDES, M.S. Puffed extruded corn-grits and soybean mixtures for snack use. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 10, n. 37, p.1495- 1501, 2003.

FERNÁNDEZ-MUÑOZ, J. L.; ACOSTA-OSÓRIO, A. A.; ZELAYA-ANGEL, O.; RODRÍGUEZ-GARCIA, M. E. Effect of calcium content in the corn flour on RVA profiles. **Journal of Food Engineering**, Maryland Heights, v. 102, n. 1, p. 100-103, 2011.

FONTES, S. M.; FELINTO, M. **Relatório de Análise de Alimentos**. Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos. Pombal, 2010.

FRAIGE, K., PEREIRA-FILHO, E. R., CARRILHO, E. Fingerprinting of anthocyanins from grapes produced in Brazil using HPLC–DAD–MS and exploratory analysis by principal component analysis. **Food Chemistry**, Barking, v. 145, n. 4, p. 395-403, 2014.

GABRIELSKA, J. et al. Anthocyanin extracts with antioxidant and radical scavenging effects. **Zeitschrift für Naturforschung C**, Leipzig, v. 54, n. 6, p. 319- 324, 1999.

GIUSTI, M. T. F.; WROLSTAD, R. Acylated anthocyanins from edible sources and their applications in food systems: Review, **Biochemical Engineering Journal**, Amsterdam, v. 14, n. 6, p. 217-225, 2003.

GODOY, R. C. **Cereal extrusado, free glúten, formulado com subprodutos de arroz e quinoa**. 2013. 79 p. Dissertação Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, 2013.

GUILLOIN, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. **Food Research International**, Essex, v. 33, n. 3, p. 233-245, 2000.

KESTEMNBACH H.; BOTA FILHO W. J. **Microscopia Eletrônica de Transição e Varredura**. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 1994.

KOKUSZKA, R. **Avaliação do teor nutricional de feijão e milho cultivados em sistemas de graduação em Agronomia do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná**. Curitiba, 113 p. 2005.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of Drying Temperature on the Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape PomacePeels. **Journal of agricultural and food chemistry**, Washington, DC, v. 45, n. 4, p. 1390–1393, 1997.

LIMA, V. L. A. G.; MEL, E. A.; GUERRA, N. B. Correlation Between the Anthocyanin Content and Chromatic Characterization of Acerola Pulps from Fruits of Different Genotypes. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 10, n. 1, p. 51-55, 2007.

LOPES, A. B. R. de C.; LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; BERTO, D. A. Efeito do processo de ensilagem de grãos úmidos de milho nas características microscópicas do amido **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 5, n. 5, p. 177-181, 2002.

MARCONCINI, J. M.; ITO, E. N.; PAES, M. C. D.; TEIXEIRA, F. T.; MATTOSO, L. H. C. **Metodologia de caracterização morfológica de palha de milho baseada em microscopia ótica e eletrônica**, 3º- Workshop de Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Etnbrapa Soja, Londrina, 2007.

MOYER, R. A.; HUMMER, K. E.; FINN, C. E.; FREI, B.; WROLSTAD, R. E. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 3, p. 519-525, 2002.

NAM, S. H. et al. Antioxidative activities of bran from twenty one pigmented rice cultivars. **Food Chemistry**, Barking, v. 94, n. 4, p. 613-620, 2006.

OLIVEIRA, A. C.; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. Fontes Vegetais Naturais de antioxidantes. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 123-135, 2009.

OLIVEIRA, V. B.; YAMADA, L. T.; FAGG, C. W.; BRANDÃO, M. G. L. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive biocompounds. **Food Research International**. Essex, v. 48, n. 10, p. 170–179. 2012.

PATRAS, A. Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods mechanisms and kinetics of degradation. **Trends in Food Science & Technology**, Bray, v. 21, n. 1, p. 3-11, 2010.

PEREIRA, J. **Tecnologia e qualidade de cereais: arroz, trigo, milho e aveia**. Lavras: Ed. UFLA, 2006. 133 p. Apostila.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, Essex, v. 39, n. 7, p. 791-800, 2006.

PINTO, A. P.; JOSÉ LANÇANOVA, A. C.; LUGÃO, S. M. B.; ROQUE, A. M.; ABRAHÃO, J. J. M. Evaluation of twelve maize (*Zea mays* L.) cultivars for silage. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1071-1078, 2010.

PIZZINATO, A. **Qualidade da farinha de Trigo**. Campinas, São Paulo, 1999.

PHILPOTT, M. et al. In situ and in vitro antioxidant activity of sweetpotato anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v. 52, n. 6, p. 1511-1513, 2004.

PRENTICE-HERNANDEZ, C.; RUSIG, O. Extrato de urucum (*Bixa orellana* L.) obtido utilizando álcool etílico como solvente. **Arquivo de Biologia e Tecnologia**, São Paulo, v.35, n. 1, p. 63-64, 1992.

RICKMAN, J., BRUHN, C., BARRET, D. Nutritional comparison of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables II. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber, **Journal Scienci Food Agriculture**. Santa Catarina, v. 87, n. 3, p. 930–944, 2007.

ROCHA, M. S.; FIGUEIREDO, R. W.; ARAÚJO, M. A. M.; ARAÚJO, R. S. R. M. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (in vitro) de frutos do cerrado piauiense. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 35, n. 4, p. 933-941, 2013.

ROCHA, F. I. G. **Avaliação da cor e da atividade antioxidante da polpa e extrato de mirtilo (*vaccinium myrtillus*) em pó**. 2009. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

SALAZAR-SUAZO, E. T. et al. Estado de la conservación ex situ de los recursos fitogenéticos 178 p.

SCHAFHAUSER, B. G.; GONÇALVES, T. R.; CONSOLIN, M. F. B.; ALMEIDA, V. C.; PINEDA, E. A. G.; FILHO, N. C. Study of adsorption of lead II in lignin modified from corn waste, **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 6, n. 1, p. 16 – 25, 2015.

SILVA, M. L. A. **Extração de corantes de urucum (*bixa orellana* L.) utilizando sistema de recirculação de solventes**. 2006. 92 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pará, 2006.

SILVA, M. C.; THIRÉ, R. M. S. M.; PITA, V. J. R. R.; CARVALHO, C. W. P.; ANDRADE, C. T. Processamento de amido de milho em câmara de mistura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 303-310, 2004.

SCHERER, R.; GODOY, H.T. Antioxidant activity index (AAI) by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. **Food Chemistry**, Barking, v. 112, n. 3, p. 654-8, 2009.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of animal science**, Madison, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

STANQUEVIS, R. **Otimização de obtenção de um extrato aquoso de milho roxo (*Zea mays* L.) rico em antocianinas e perfil de degradação**. 2013. 118 p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. São Paulo, 2013.

SOMERVILLE, C. C.; VOLET, F. F.; SCERT, H. O.; PALATO, T. E. Lipids. In: BUCHANAN, B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. Rockville: **American Society of Biologists**, Kansas, v. 3, n. 2, p.456-458, 2000.

STORCK, C. R.; BASSO, C.; FAVARIN, F. R.; RODRIGUES, A. C. Microbiological quality and composition of flour from fruit juice production residues with different granulometries. **Ciências e Tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 277-284, 2015.

SU, L.; YIN, J. J.; CHARLES, D.; ZHOU, K.; MOORE, J.; YU, L. L. Total phenolic contents, chelating capacities, and radical-scavenging properties of black pepper, nutmeg, rosehip, cinnamon and oregano leaf. **Food chemistry**, Barking, v. 100, n. 3, p. 990-997, 2007.

VRINCEANU, N.; PETRE, A. B.; HRISTODOR, C. M.; POPOVICI, E.; PUI, A. COMAN, D.; TANASA, D. Zinc Oxide- Linen Fibrous composites: Morphological, Structural, chemical, humidity adsorptive and Thermal barrier attributes. **Modern Surface Engineering Treatments**. Lisbon, v. 51, n. 8, p. 978, 2013.

WALKER, C. E.; ROSS, A. S.; WRIGHLEY, C. W. and McMASTER, G. J. Accelerated starch-paste characterization with rapid visco analyzer. **Cereal Food World**, Beijing, v. 33, n. 4, p. 491-493, 1992.

ZARDO, F. P. **Análises Laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo**. 2010. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso- Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2010.

ZILÍĆ, S.; SERPEN, A.; AKILLIOGLU, G.; GOKMEN, V.; VANCETOVIC, J. Phenolic Compounds, Carotenoids, Anthocyanins, and Antioxidant Capacity of Colored Maize (*Zea mays* L.) Kernels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 60, n. 3, p. 1224-1231, 2012.

ANEXO 1 – Ficha análise sensorial

Ficha análise sensorial de sobremesa instantânea

Nome: _____ Idade: _____ Sexo: ()F ()M

Data: _____

Escala Hedônica

Por favor, avalie a amostra de sobremesa instantânea utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou de cada atributo do produto.

Escala Hedônica

9 – Gostei Extremamente

8 – Gostei Muito

7 - Gostei Ligeiramente

6 - Gostei Pouco

5 – Indiferente

4 – Desgostei Pouco

3 – Desgostei Ligeiramente

2 – Desgostei Muito

1 – Desgostei Extremamente

Amostra 391

() Cor

() Sabor

() Odor

() Textura

() Avaliação Global

2. Você compraria este produto? Certamente compraria ()

Possivelmente compraria ()

Não compraria ()

Obs. _____

ANEXO 2 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), de uma pesquisa. Meu nome é Bruna Ferreira Dias, sou o pesquisador responsável e minha área de atuação é Ciência e Tecnologia de Alimentos. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em casos de dúvidas **sobre os seus direitos** como participante nesta pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás, nos telefones: 3521-1075 ou 3521-1076.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE A PESQUISA

Título do projeto: Utilização do jambolão (*syzygium cumini*) e da palha de milho roxo (*zea mays* l.) no desenvolvimento de novos produtos.

Pesquisador Responsável: Bruna Ferreira Dias _____
(Tecnólogo de Alimentos)

Telefones para contato: (64) 984150981 (pesquisador)

Orientador: Prof. Dr. Márcio Caliar

Co-orientador: Prof. Dr. Manoel Soares Soares Júnior

- Justificativa, objetivos e os procedimentos utilizados da pesquisa: Devido à grande parte das frutas de jambolão ser desperdiçada na época de safra, em virtude da alta produção da planta e a escassez de informações científicas a respeito de produtos processados, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade do ponto de vista tecnológico, da utilização de frutos de jambolão, na produção de polpa para a fabricação de néctares e sheberts com qualidade sensorial, nutricional e funcional através de análises físicas, químicas e microbiológicas e a aceitação destes produtos através da análise sensorial.
- Especificação de desconforto e riscos possíveis e os benefícios decorrentes da participação da pesquisa: Os possíveis riscos ao provar os produtos seria alguma substância presente ao Jambolão, como no caso, pessoas alérgicas a antocianina, intolerantes a lactose e diabéticos não devem participar desta pesquisa.
- Inclusão/ exclusão: pessoas alérgicas ao corante antocianina, intolerantes a lactose e diabéticos não devem participar desta pesquisa.
- Forma de acompanhamento: Você, provador, receberá todo apoio da equipe de pesquisa caso venha ter algum desconforto ao provar estes produtos ou se chegar a passar mal, receberá todos os cuidados necessário de forma a não ser prejudicado em hipótese alguma;
- Caso ocorra algum problema, alguma reação adversa você será encaminhado para o hospital mais próximo do local e o médico irá atendê-lo e terá todos direitos e será ressarcido e a equipe tomará todas as medidas cabíveis para sanar os problemas;
- Poderá ligar à cobrar para a pesquisadora caso passe mal ou tenha alguma reação adversa após a ingestão dos produtos.
- Você não terá nenhum gasto ao participar desta pesquisa e nem será gratificado por estar participando;

- Não será revelado nenhuma informação pessoa sua, garantimos total sigilo a respeito dessas informações;
- Você pode recusar a participar desta avaliação a qualquer momento bem como retirar o consentimento sem ter nenhum prejuízo, nenhuma penalização por isso;
- Será feito com os questionários após a conclusão da pesquisa.

Nome e Assinatura do pesquisador _____

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu, _____, RG/ CPF/ n.º de prontuário/ n.º de matrícula

_____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo _____, como sujeito. Fui devidamente

informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador(a) _____ sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento, se for o caso).

Local e data: _____

Nome e Assinatura do sujeito: _____

ANEXO 3 – Aprovação do comitê de ética

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA – COMITÊ DE ÉTICA

Título da Pesquisa: UTILIZAÇÃO DO JAMBOLÃO (*SYZYGIUM CUMINI*) E DA PALHA DE MILHO ROXO (*ZEA MAYZ L.*) NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

Pesquisador: BRUNA FERREIRA DIAS Instituição Proponente: Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos

Versão: 1

CAAE: 58165916.7.0000.5083

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 073344/2016

Informamos que o projeto EXTRAÇÃO DE CORANTES E PRODUÇÃO DE FARINHAS DE JAMBOLÃO (*Syzygium cumini.*) E DA CASCA DE MILHO ROXO (*Zea mayz L.*) que tem como pesquisador responsável BRUNA FERREIRA DIAS, foi recebido e aprovado no CEP UFG - Universidade Federal de Goiás em 28/07/2016 às 13:53.

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131
Bairro: Campus Samambaia CEP: 74.001-970
UF: GO Município: GOIANIA
Telefone: (62)3521-1215 Fax: (62)3521-1163 E-mail: cep.prpi.ufg@gmail.com