

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

JÉSSYCA SANTOS SILVA

**BARRAS ALIMENTÍCIAS COM FARINHA DE POLPA
DE MAROLO (*Annona crassiflora* Mart):
CARACTERIZAÇÃO E VIDA ÚTIL**

Goiânia
2016

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS 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 assinaladas 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: Jéssyca Santos Silva

Título do trabalho: BARRAS ALIMENTÍCIAS COM FARINHA DE POLPA DE MAROLO (*Annona crassiflora* Mart): CARACTERIZAÇÃO E VIDA ÚTIL

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 do (a) autor (a) ²

Data: 08 / 07 / 2019

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.

²A assinatura deve ser escaneada.

JÉSSYCA SANTOS SILVA

**BARRAS ALIMENTÍCIAS COM FARINHA DE POLPA
DE MAROLO (*Annona crassiflora Mart*):
CARACTERIZAÇÃO E VIDA ÚTIL**

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

Orientador:

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

Coorientadores:

Prof^a. Dr^a. Clarissa Damiani
Prof. Dr. Edson Pablo da Silva

Goiânia
2016

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

Silva, Jéssyca Santos
BARRAS ALIMENTÍCIAS COM FARINHA DE POLPA DE
MAROLO (*Annona crassiflora* Mart): CARACTERIZAÇÃO E VIDA
ÚTIL [manuscrito] / Jéssyca Santos Silva. - 2016.
ci, 101 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas; co orientadora Dra. Clarissa Damiani; co-orientador Dr. Edson Pablo da Silva.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Goiânia, 2016.

Bibliografia. Anexos. Apêndice.

Inclui siglas, fotografias, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

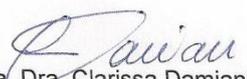
1. carotenóides. 2. atividade antioxidante. 3. propriedades funcionais tecnológicas. 4. fruto do cerrado. I. Vilas Boas, Eduardo Valério de Barros, orient. II. Título.

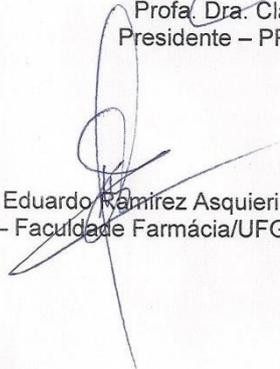
CDU 664

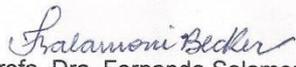


UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
MESTRADO

ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE JÉSSYCA SANTOS SILVA. Aos vinte e seis dias do mês de agosto de 2016 (26/8/2016), às 13h00min, reuniram os componentes da Banca Examinadora: Profa. Dra. Clarissa Damiani – coorientadora – PPGCTA/EA/UFG, o Prof. Dr. Eduardo Ramirez Asquieri – Faculdade Farmácia/UFG e a Profa. Dra. Fernanda Salamoni Becker – IFGoiano/Morrinhos, para sob a presidência da primeira, e em sessão pública realizada na sala 18 – prédio Central-EA/UFG, proceder a avaliação da defesa de dissertação intitulada: “**Barras Alimentícias com Farinha de Polpa de Marolo (*Annona Crassiflora* Mart.): Caracterização e Vida Útil**”, em nível de MESTRADO, área de concentração em CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, de autoria de **JÉSSYCA SANTOS SILVA**, discente do Programa de PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Profa. Dra. Clarissa Damiani, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora da dissertação, que, em trinta minutos, procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca fez arguição da examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa, tendo-se em vista o que consta na Resolução nº. 1010/2011 do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, e procedidas às correções recomendadas, 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 mesma deverá proceder de acordo com as normas, nos termos do artigo 68 da resolução do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Cumpridas as formalidades de pauta, às 15h30min, 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.


Profa. Dra. Clarissa Damiani
Presidente – PPGCTA/EA/UFG


Prof. Dr. Eduardo Ramirez Asquieri
Membro – Faculdade Farmácia/UFG


Profa. Dra. Fernanda Salamoni Becker
Membro – IFGoiano/Morrinhos

Aos meus pais, Maria de Lourdes e Moacir, por todo apoio e amor para a obtenção de mais
uma conquista.
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela sabedoria e força para chegar até aqui.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, e aos meus coorientadores, Profa. Dra. Clarissa Damiani e Dr. Edson Pablo da Silva, por toda atenção e disponibilidade em me ajudar, pela experiência e oportunidades oferecidas, com as quais muito aprendi.

Ao professor Eduardo Ramirez Asquieri, por disponibilizar o laboratório de bioquímica de alimentos da faculdade de Farmácia da UFG, para a realização das análises, bem como, por todo conhecimento compartilhado.

A todos os colegas e professores de mestrado que compartilharam aprendizados e contribuíram para o meu crescimento profissional.

Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, por disponibilizar todos os equipamentos da planta piloto de barras de cereais, bem como pela doação dos ingredientes utilizados na elaboração das quase 500 barras alimentícias.

À Cristiane Rodrigues Gomes Ruffi, pesquisadora do ITAL, por todo o suporte e auxílio com seu conhecimento no desenvolvimento das formulações e elaboração das barras alimentícias.

À amiga Thays Lorryne pela compreensão, companheirismo e força nos momentos finais das análises de laboratório, momentos estes que por mais difíceis e trabalhosos que foram, conseguimos superá-los, ajudando uma a outra até o sucesso do final. Agradeço, ainda, por toda a ajuda com as análises estatísticas.

À Lismaíra Garcia, por toda ajuda com as análises de laboratório. À Camilla Rodrigues, da Faculdade de Nutrição da UFG, pelo apoio na realização das análises microbiológicas. À Sávia Duarte, Marcela Cardoso e Katiucia Amorim, pela ajuda na realização da análise sensorial. À Mariana Crivelari e ao Elídio Zaidine, da Universidade Federal de Lavras, pela ajuda com as análises de fibras e voláteis.

Ao departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, por todo suporte para a realização das análises de fibras e compostos voláteis.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro, por meio da bolsa de estudos.

À todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

“A aparente dificuldade é um degrau para o sucesso. Não devemos desanimar diante de uma situação difícil. Pelo contrário, devemos aproveitá-la de modo a aprender lições valiosas, pois só assim podemos evoluir.”

Masaharu Taniguchi

RESUMO

O marolo (*Annona crassiflora* Mart.), pertence à família *Annonaceae* e a sua farinha, apresenta boas características químicas, sendo importante fonte de fibras. Devido à crescente demanda dos consumidores por alimentos saudáveis, tentativas estão sendo feitas para melhorar o valor nutricional de alimentos. A partir desses aspectos, vê-se a necessidade de se desenvolver barras alimentícias enriquecidas com fibras alimentares, com componentes nutritivos e palatáveis. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar as características físicas, químicas, nutricionais e propriedades tecnológicas de farinha da polpa de marolo e avaliar a vida útil de barras alimentícias, elaboradas com esta farinha em diferentes concentrações, sendo elas de 20, 30, 40 e 50% em substituição à aveia integral, durante o período de 6 meses, por meio de análises físicas, nutricionais e sensoriais. A farinha e as barras alimentícias foram analisadas quanto a composição proximal, composição mineral, teor de vitamina C, carotenóides totais, atividade antioxidante, propriedades funcionais tecnológicas, perfil de textura e aceitação sensorial. A farinha obtida, a partir da polpa de marolo, apresentou quantidades significativas de fibras, especialmente a fração insolúvel. Os teores de vitamina C e carotenóides totais foram de 173,77 mg.100g⁻¹ e 0,56 mg.100g⁻¹, respectivamente. Nas barras alimentícias, o teor de fibra alimentar insolúvel variou de 3,78 a 4,80 g.100g⁻¹, de fibra alimentar solúvel variou de 3,02 a 3,78 g.100g⁻¹ e de 6,83 a 8,49 g.100g⁻¹ para a fibra alimentar total. A formulação com 50% de farinha de polpa de marolo apresentou o maior teor de vitamina C (106,29 mg.100g⁻¹). Para os carotenóides totais, o maior valor encontrado foi de 0,29 mg.100g⁻¹, também para a formulação com 50% de farinha de polpa de marolo. A atividade antioxidante aumentou significativamente com o aumento da concentração de farinha de polpa de marolo. A barra alimentícia com adição de 50% de farinha de polpa de marolo apresentou médias superiores para todos os atributos avaliados, sendo a preferida pelos julgadores. Portanto, as barras alimentícias desenvolvidas com proporções crescentes de farinha de polpa de marolo apresentaram potencial nutricional e comercial.

Palavras-chave: Carotenóides, atividade antioxidante, propriedades funcionais tecnológicas, fruto do cerrado.

ABSTRACT

The marolo (*Annona crassiflora* Mart.), belongs to the Annonaceae family and their flour, has good chemical characteristics, being an important source of fiber. Due to the increasing consumer demand for healthy foods, attempts are being made to improve the nutritional value food. From these aspects, we see the need to develop food bars with dietary fiber enriched with nutritious and palatable flavor components. Thus, this study aimed to evaluate the physical, chemical, nutritional and technological properties of flour marolo pulp and evaluate the shelf life of food bars, prepared with this flour in different concentrations, which were 20, 30, 40 and 50% to the whole oats in place during the period of 6 months, by physical, nutritional and sensorial analyzes acceptance. The flour and food bars were analyzed for proximate composition, mineral composition, content of vitamin C, total carotenoids, antioxidant activity, technological functional properties, texture profile and sensory acceptance. The flour obtained from the marolo pulp, showed significant amounts of fibers, especially the insoluble fraction. Levels of vitamin C and carotenoid were 173.77 mg ascorbic acid.100.g⁻¹ e 0.56 mg.100g⁻¹, respectively. In food bars, the insoluble dietary fiber content ranged from 3.78 to 4.80 g.100g⁻¹, soluble dietary fiber ranged from 3.02 to 3.78 g.100g⁻¹ and 6.83 to 8.49 g.100g⁻¹ for total dietary fiber. The formulation with 50% marolo pulp flour showed the highest content of vitamin C (106.29 mg.100g⁻¹). For carotenoids, the highest value was 0.29 mg.100g⁻¹, also for formulation with 50% marolo pulp flour. The antioxidant activity increased significantly with increasing concentration of marolo pulp flour. The bar food with added 50% marolo pulp flour showed higher averages for all attributes, being preferred by judges. Therefore, the food bars developed with increasing proportions of marolo pulp flour showed nutritional and commercial potential.

Keywords: Carotenoids, antioxidant activity, technological functional properties, fruit of the Cerrado.

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
g	Gramas
Kg	Quilogramas
Kcal	Quilocalorias
m	Metros
mm	Milímetros
nm	Nanômetros
cm	Centímetros
ml	Mililitros
min	Minutos
h	Horas
J	Joules
Kj	Quilojoules
L	Litros
mg	Miligrama
μ M	Micromol
μ L	Microlitro
mM	Milimol
N	Newton
°C	Graus Celsius
rpm	Rotações por minuto
O ₂	Oxigênio
NaCl	Cloreto de sódio
HCl	Ácido clorídrico
R ²	Coefficiente de Determinação
p	Nível de significância
p/v	Peso/volume
°H	Graus Hue
C	Croma
SST	Sólidos solúveis totais
DCF _I	Diclorofenol-indofenol
DNPH	2,4 - Dinitrofenilhidrazina
TPA	Texture Profile Analysis
VD	Valor Diário
L*	Luminosidade
UV	Ultravioleta
HMF	Hidroximetilfurfural

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	Teor de carboidratos.....	43
Equação 2	IC 50.....	47
Equação 3	% de descoloração do DPPH.....	47
Equação 4	Índice de absorção de água.....	47
Equação 5	Solubilidade em água.....	47
Equação 6	Capacidade de absorção de óleo.....	47
Equação 7	Atividade emulsificante.....	47
Equação 8	Estabilidade da emulsão.....	48
Equação 9	Capacidade espumante.....	48
Equação 10	Teor de carboidratos	71
Equação 11	IC 50.....	75
Equação 12	% de descoloração do DPPH.....	75
Equação 13	Chroma.....	75
Equação 14	Ângulo Hue.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fruto do maroleiro (<i>Annona crassiflora</i> Mart) no estágio de maturação maduro.....	24
Figura 2	Farinha de polpa de marolo (<i>Annona crassiflora</i> Mart.), oriundo do Cerrado da região sudoeste do estado de Goiás - Brasil.....	42
Figura 3	Barras alimentícias com farinha de polpa de marolo em diferentes concentrações.....	70
Figura 4	Valores médios e equações de regressão e coeficientes de determinação atividade de água, teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH, vitamina C e carotenóides totais de barras alimentícias com diferentes concentrações de farinha de marolo, armazenada durante 6 meses.....	80
Figura 5	Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação da atividade antioxidante pelos métodos ABTS ($\mu\text{M trolox.g}^{-1}$), presente em barras alimentícias com diferentes concentrações de farinha de marolo, armazenada durante 6 meses.....	84
Figura 6	Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação da atividade antioxidante pelo método FRAP ($\mu\text{M sulfato ferroso.g}^{-1}$), presente em barras alimentícias com diferentes concentrações de farinha de marolo, armazenada durante 6 meses.....	85
Figura 7	Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação da atividade antioxidante pelos métodos DPPH (IC 50), presentes em barras alimentícias com diferentes concentrações de farinha de marolo, armazenada durante 6 meses.....	86
Figura 8	Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação dos parâmetros de textura de barras alimentícias com diferentes concentrações de farinha da polpa de marolo, armazenada durante 6 meses.....	87
Figura 9	Valores médios e equações de regressão e coeficientes de determinação dos parâmetros de cor instrumental de barras alimentícias com diferentes concentrações de farinha de marolo, armazenada durante 6 meses.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição proximal, valor energético, parâmetros químicos e nutricionais e composição mineral da farinha de polpa de marolo oriundo da região sudoeste de Goiás - Brasil, em base úmida.....	50
Tabela 2	Atividade antioxidante de farinha de polpa de marolo oriundo do sudoeste do estado de Goiás - Brasil.....	53
Tabela 3	Parâmetros de cor e propriedades tecnológicas da farinha de polpa de marolo, oriundo do sudoeste do estado de Goiás - Brasil.....	56
Tabela 4	Formulações das barras alimentícias produzidas com farinha de polpa de marolo oriundo do sudoeste do estado de Goiás – Brasil.....	70
Tabela 5	Composição proximal (base úmida) de barras alimentícias com farinha de marolo oriundo do sudoeste do Estado de Goiás – Brasil.....	76
Tabela 6	Composição mineral das barras alimentícias com farinha da polpa de marolo.....	81
Tabela 7	Parâmetros sensoriais avaliados por consumidores goianos em barras alimentícias elaboradas com farinha da polpa de marolo.....	92

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	17
1. INTRODUÇÃO.....	18
2. OBJETIVOS.....	20
2.1. Geral	20
2.2. Específicos.....	20
3. REVISÃO DA LITERATURA	21
3.1 O Cerrado brasileiro	21
3.2 O Marolo	23
3.3 Fibras Alimentares.....	24
3.4 Barras Alimentícias	26
3.4.1 Ingredientes das barras alimentícias	26
3.4.1.1 Ingredientes secos.....	27
3.4.1.1.1 Flocos de arroz	27
3.4.1.1.2 Aveia integral	27
3.4.1.1.3 Açúcar mascavo.....	27
3.4.1.1.4 Cloreto de sódio.....	28
3.4.1.2 Ingredientes aglutinantes	28
3.4.1.2.1 Xarope de glicose	28
3.4.1.2.2 Lecitina de soja.....	29
3.4.1.2.3 Goma acácia	29
3.4.1.2.4 Sorbitol	29
3.4.1.2.5 Maltodextrina	30
REFERÊNCIAS	31
CAPÍTULO 2	38
5 CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E PROPRIEDADES FUNCIONAIS TECNOLÓGICAS DE FARINHA DA POLPA DE MAROLO (<i>Annona crassiflora</i> Mart.).	39
RESUMO	39
ABSTRACT	40
5.1 Introdução.....	41
5.2 Material e métodos	42
5.2.1 Preparação da Farinha de Polpa de Marolo	42
5.2.2 Análises	42
5.2.2.1 Composição proximal.....	43
5.2.2.2 Valor energético total	43

5.2.2.3 Sólidos solúveis	43
5.2.2.4 Potencial hidrogeniônico (pH)	43
5.2.2.5 Acidez titulável.....	44
5.2.2.6 Atividade de água	44
5.2.2.7 Minerais	44
5.2.2.8 Vitamina C.....	44
5.2.2.9 Carotenóides totais	44
5.2.2.10.1 Obtenção e preparo dos extratos.....	45
5.2.2.10.2 ABTS	45
5.2.2.10.3 FRAP	45
5.2.2.10.4 DPPH	46
5.2.2.11 Coloração.....	46
5.2.2.12 Propriedades funcionais tecnológicas.....	46
5.2.2.12.1 Índice de absorção de água (IAA)	46
5.2.2.12.2 Índice de solubilidade em água (ISA)	47
5.2.2.12.3 índice de absorção de óleo (IAO).....	47
5.2.2.12.4 Atividade emulsificante (AE).....	47
5.2.2.12.5 Estabilidade da emulsão (EE).....	48
5.2.2.12.6 Capacidade espumante (CE).....	48
5.2.2.12.7 Capacidade de formação de gel	48
5.2.3 Análise Estatística	48
5.3 Resultados e discussão	50
4 Conclusão	58
REFERÊNCIAS	59
CAPÍTULO 3	65
6 EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DA POLPA DE MAROLO (<i>Annona Crassiflora Mart.</i>) EM BARRAS ALIMENTÍCIAS	66
RESUMO	66
ABSTRACT	67
6.1 Introdução.....	68
6.2 Material e métodos	69
6.2.1 Preparação da Farinha de Polpa de Marolo	69
6.2.2 Processamento das Barras Alimentícias	69
6.2.3 Análises físicas, nutricionais e microbiológicas.....	71
6.2.3.1 Composição proximal.....	71
6.2.3.2 Valor energético total	71
6.2.3.3 Sólidos solúveis	72

6.2.3.4 Potencial hidrogeniônico (pH)	72
6.2.3.5 Acidez titulável.....	72
6.2.3.6 Atividade de água	72
6.2.3.7 Minerais	72
6.2.3.8 Vitamina C.....	72
6.2.3.9 Carotenóides totais	73
6.2.3.10 Atividade Antioxidante.....	73
6.2.3.10.1 Obtenção e preparo dos extratos.....	73
6.2.3.10.2 ABTS	73
6.2.3.10.3 FRAP	73
6.2.3.10.4 DPPH	74
6.2.3.11 Coloração.....	74
6.2.3.12 Análise do perfil de textura	74
6.2.3.13 Análises Microbiológicas	75
6.2.3.14 Análise Sensorial	75
6.2.4 Análise Estatística	75
6.3 Resultados e discussão	76
6.4 Conclusão	93
REFERÊNCIAS	94
CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
ANEXOS	100
ANEXO A. Ficha de avaliação da análise sensorial	100
ANEXO B. Termo de consentimento livre e esclarecido.....	101

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, depois da Amazônia, composto por savanas, matas, campos e matas de galeria. Abriga rico patrimônio de recursos naturais renováveis, porém, apenas cerca de 2% de sua área é assegurada em forma de parques ou reservas. Aos poucos, sua flora riquíssima começa a ser conhecida, despertando o interesse de vários órgãos e pesquisadores (KLINK & MACHADO, 2005).

Os frutos do cerrado começam a ocupar lugar de destaque no cenário brasileiro. A maioria deles apresenta elevados teores de açúcares, proteínas, vitaminas e sais minerais, além de sabor característico. Frutos como o marolo, o baru e o jatobá já são explorados por pequenas indústrias de doces, sorvetes, geleias, sucos, farinhas, licores, etc., com grande aceitação dos consumidores.

Além disso, o consumo de frutos do Cerrado pode estar associado a inúmeros benefícios, atribuído ao consumo de frutas em geral, tais como menor incidência e mortalidade por câncer, doenças cardiovasculares e cerebrovasculares. A proteção que as frutas oferecem ao organismo está associada, em grande parte, à presença de constituintes químicos com propriedades antioxidantes como os carotenóides, vitamina C, vitamina E e folatos (RAO; RAO, 2007; SCHWARTZ et al., 2008; MAIANI et al., 2009).

O marolo (*Annona crassiflora* Mart.) é uma espécie arbórea nativa do cerrado brasileiro, pertencente à ordem *Magnoliales* e à família *Annonaceae*. Na região central do Brasil, é popularmente conhecido como araticum-do-cerrado, araticum e pinha-do-cerrado. Sua distribuição é bastante ampla, ocorrendo nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Mato Grosso, Maranhão, Goiás, Tocantins, Pará, Bahia e Piauí (RIBEIRO et al., 2000).

O marolo é uma fruta nutricionalmente, e em sua composição, encontram-se fibras, vitaminas, além de ferro, fósforo e cálcio. Cada 100 g de sua polpa apresenta valor energético de 127,4 calorias, 1,99 g de proteína, 4,46 g de fibras, 0,192 mg de cálcio, 0,22 mg de fósforo, 0,35 mg de magnésio e 9,5 µg de vitamina C (DAMIANI, 2011).

Já é conhecido que o consumo de fibras pela população é muito baixo, tal fato pode ser em parte solucionado ao se adicionar fibras aos alimentos comumente consumidos. A reduzida ingestão de fibras pelo homem vem sendo associada ao aumento de inúmeras doenças crônicas não transmissíveis. As fibras alimentares têm papel essencial na saúde intestinal e parecem estar, significativamente, associadas com menor risco de desenvolver

doença cardíaca coronária, hipertensão, acidente vascular cerebral, diabetes e obesidade (SAURA-CALIXTO, 2011).

Com a crescente preocupação da população em melhorar a qualidade de vida, principalmente os hábitos alimentares, e de modo a atender a tendência do consumidor por alimentos mais seguros e nutritivos, as barras alimentícias ganham grande espaço no mercado. Elas apresentam sabor agradável, são excelentes fontes, principalmente de fibras e carboidratos, podendo substituir alimentos de menor valor nutricional.

As barras alimentícias atendem a essa tendência e ganham aceitação do consumidor, principalmente em termos nutritivos, devido a sua contribuição como fonte de vitaminas, sais minerais, proteínas, carboidratos complexos e, especialmente, pelo teor de fibras alimentares (DUTCOSKY et al., 2006; IZZO; NINESS, 2001).

Diante do exposto, torna-se imprescindível a busca por matérias-primas com alto valor biológico agregado, destacando-se o marolo pelo seu conteúdo de fibras alimentares, além de outros nutrientes essenciais à alimentação humana. Neste intuito, objetivou-se desenvolver barras alimentícias, a partir da farinha de polpa de marolo, e avaliar sua qualidade sensorial e nutricional no período de 6 meses de armazenamento.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Este trabalho teve como objetivo estudar as características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais de barras alimentícias, acrescidas com diferentes proporções de farinha obtida da polpa de marolo.

2.2. Específicos

- ✓ Elaborar farinha da polpa de marolo;
- ✓ Caracterizar física, química e tecnologicamente a farinha obtida da polpa de marolo;
- ✓ Avaliar a atividade antioxidante da farinha da polpa de marolo;
- ✓ Desenvolver barras alimentícias com adição da farinha da polpa de marolo em diferentes proporções, a saber, 20, 30, 40 e 50% em relação à aveia integral;
- ✓ Caracterizar física e quimicamente as barras alimentícias incorporadas com farinha de polpa de marolo;
- ✓ Avaliar a atividade antioxidante das barras alimentícias;
- ✓ Avaliar a segurança microbiológica das barras alimentícias, de acordo com a legislação em vigor, durante o período de 6 meses;
- ✓ Analisar, sensorialmente, as barras alimentícias incorporadas com farinha de polpa de marolo, quanto ao teste de aceitação e intenção de compra.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 O Cerrado brasileiro

O Cerrado, é o segundo maior bioma brasileiro, com mosaico de formações vegetais que variam desde campos abertos até formações densas de florestas que podem atingir 30 m de altura (EITEN, 1972; RIBEIRO & WALTER, 1998). Caracterizado pela uniformidade do terreno, da antiga formação geológica e poucos acidentes notáveis, espalha-se por dez estados, cobrindo cerca de 22% do território nacional, numa área de 2 milhões de quilômetros quadrados, ou aproximadamente 204 milhões de hectares (ROQUE, 2006) e ocupa, diagonalmente, o país no sentido nordeste sudoeste (AGUIAR; CAMARGO, 2004).

Os principais estados, nos quais o Cerrado encontra-se distribuído, são Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão e no Distrito Federal (SILVA et al., 2001). Limita-se na proporção norte, com o domínio da Amazônia; a leste e a nordeste, com o domínio da caatinga; e de leste a sudeste, com o domínio da Floresta Atlântica (SANO et al., 2008). Além de ocorrer no Brasil, na América do Sul, o Cerrado (Savanas) cobre parte significativa de outros países, como Venezuela, Colômbia, Bolívia e Cuba (GOEDERT, 1989).

A região dos cerrados possui grande variedade de frutos com alto teor alimentício, que permite intensa atividade de coleta em determinada época do ano. Algumas espécies frutificam na estação chuvosa, como o araçá (*Psidium sp.*), araticum (*Annona sp.*), cajazinho-do-cerrado (*Spondia cf. lutea L.*), mangaba (*Hancornia speciosa*) e pequi (*Caryocar brasiliensis*), enquanto que algumas frutificam fora da estação chuvosa, como o jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa*), chichá (*Sterculia striata*), murici (*Byrsonima verbascifolia*) e guariroba (*Syagrus oleracea*) (SILVA et al., 2016).

As frutas nativas brasileiras e, especialmente, as de ocorrência na região centro-oeste, já eram usadas pelos povos indígenas desde épocas remotas. Essas espécies desempenharam papel fundamental na alimentação dos desbravadores e colonizadores da região, principalmente no que se refere ao fornecimento de vitaminas e minerais essenciais à saúde (VIEIRA et al., 2010). Por meio da adaptação e do desenvolvimento de técnicas de beneficiamento dessas frutas, o homem diversificou a culinária regional, produzindo licores, doces, geleias, mingaus, bolos, sucos, sorvetes e aperitivos. O interesse por essas frutas tem

atingido diversos segmentos da sociedade, entre os quais destacam-se agricultores, indústrias, donas-de-casa, comerciantes, instituições de pesquisa e assistência técnica, cooperativas, universidades, órgãos de saúde e de alimentação, entre outros (REZENDE et al., 2011).

Silva et al. (2001) listaram 58 espécies de fruteiras nativas do Cerrado, com potencial de aproveitamento alimentar e agroindustrial, sendo que muitas dessas frutas são altamente nutritivas, pois além do valor energético são, também, ricas em vitaminas, sais minerais e apresentam propriedades medicinais.

O interesse industrial pelas frutas nativas dos cerrados é intensificado a cada ano. A mangaba (*Hancornia speciosa*), por exemplo, foi intensivamente explorada durante a Segunda Guerra Mundial, para exploração de látex; o babaçu (*Orbygnia cf. phalerata*) e a macaúba (*Acrocomia aculeata*) foram bastante estudados na década de 70, em decorrência da crise de petróleo, e mostraram grandes possibilidades para utilização em motores de combustão, em substituição ao óleo diesel; o pequi (*Caryocar brasiliense*) já foi industrializado, sendo o seu óleo enlatado e comercializado; a polpa e o óleo da macaúba (*Acrocomia aculeata*) são utilizados na fabricação de sabão de coco; o palmito da guariroba (*Compomanesia cambessedeanana*), de sabor amargo, começou a ser comercializado em conserva, à semelhança do palmito doce; os sorvetes de cagaita (*Eugenia dysenterica*), araticum (*Annona crassiflora*), pequi (*Caryocar brasiliense*) e mangaba (*Hancornia speciosa*) continuam fazendo sucesso nas sorveterias do Distrito Federal e de Belo Horizonte (ÁVIDOS; FERREIRA, 2005; SILVA et al., 2001; SILVA et al., 2004).

Segundo Abramovay (1999), as fruteiras nativas do cerrado, como araticum, pequi, jatobá, mangaba, cagaita e buriti, constituem fontes importantes de fibra, vitaminas, proteínas, minerais, ácidos graxos saturados e insaturados presentes em polpas e sementes; possuem enraizamento profundo, o que permite aproveitamento mais eficiente da água e dos minerais do solo comparativamente às lavouras de grãos.

Além disso, os frutos do Cerrado, apesar de apresentarem inúmeros nutrientes importantes e, também, grandes atrativos sensoriais, tais como cor, sabor e aroma, não são totalmente explorados comercialmente (ÁVIDOS; FERREIRA, 2009).

Com sabores acentuados e elevados teores de fibras, vitaminas, sais minerais e antioxidantes, essas fruteiras representam mercado emergente e potencial a ser explorado, principalmente pelos pequenos agricultores inseridos em programas de agricultura familiar e agroecologia. Utilizar fruteiras nativas como fonte de fitoquímicos para uso na alimentação pode oferecer muitas oportunidades para a indústria de alimentos (VIEIRA et al., 2010).

Dentre as frutas típicas dos cerrados, com grande apreciação e em crescente valorização, está o marolo (*Annona crassiflora* Mart.), devido ao elevado valor nutricional, sabor e aroma dos frutos.

3.2 O Marolo

A família *Annonaceae* possui grande variedade de frutas exóticas com formato típico, como a fruta-do-conde (*Annona squamosa*), a graviola (*Annona muricata*) e o marolo (*Annona crassiflora*) (ROESLER et al., 2007).

O marolo (*Annona crassiflora* Mart.) (Figura 1) é um fruto típico do Cerrado brasileiro e está entre as 20 espécies mais utilizadas na alimentação regional (CAVALCANTE et al., 2008), apresentando diversas aplicações na medicina popular. Suas folhas, casca do tronco, frutos e sementes podem ser utilizados no tratamento de feridas, doenças sexualmente transmissíveis (DST's), acidentes ofídicos, doenças degenerativas como Parkinson e Alzheimer, no combate aos piolhos, como antimicrobiano, antidiarreico, antitumoral e antirreumático. Além disso, sua polpa é rica em carotenoides, compostos fenólicos, tocoferóis, flavonoides e algumas vitaminas e minerais (DRAGANO et al., 2010).

Este fruto ocorre no cerrado da Região Centro-Oeste, fornecendo, em condições naturais, frutos maduros entre fevereiro e março, que são muito apreciados pela polpa doce, com aroma bastante forte. Sua comercialização tem sido realizada às margens das rodovias, em alguns mercados e feiras regionais, com grande aceitação popular. Além de consumidos in natura, esses frutos podem ser transformados em sucos, sorvetes, licores, pães, bolos e deliciosas refeições (SILVA et al., 2001).



Figura 1. Fruto do maroleiro (*Annona crassiflora* Mart) no estágio de maturação maduro.

(CARDOSO, 2013)

De acordo com Soares et al. (2009), o marolo (*Annona crassiflora* Mart) é uma das 25 espécies mais frequentes do Bioma Cerrado. Seus frutos apresentam polpa, cuja coloração pode variar do branco ao amarelo e rosa, a qual é consumida in natura ou na forma de sorvete, suco e doces em geral (CARVALHO, 2002; SILVA et al., 2001).

O marolo é uma fruta sazonal e sua preservação, pelo processo de secagem, é uma possibilidade de satisfazer as necessidades identificadas durante o estudo da cadeia de valor do marolo. Este processo pode aumentar a vida de prateleira do fruto, reduzindo as perdas pós-colheita e produzindo menor dependência de condições sazonais, agregando valor comercial para as frutas (CORRÊA et al., 2011; DRAGANO et al., 2010).

O marolo é destacado como importante fonte de fibras alimentares, na forma desidratada, e essa é uma alternativa de comercialização do produto para outras regiões. A riqueza, em compostos antioxidantes, traz diversos benefícios à saúde e as outras características físicas e químicas são interessantes para fazer parte de preparações como sucos doces e sorvetes (CORRÊA et al., 2011).

A demanda por essa fruta deve-se aos seus atrativos sensoriais, como cor, sabor e aroma peculiares e intensos, o que propicia a elaboração de ingredientes alimentares, além de doces, licores, sorvetes, produtos de panificação, entre outros (OLIVEIRA et al., 2009). Acresce, ainda, o fato do seu elevado valor nutricional, devido aos níveis de açúcares, proteínas, vitaminas e minerais (VILAS BOAS; SILVA, 2009).

Silva (2013) estudou a caracterização de frutos de marolo, durante a fase de desenvolvimento e constatou a existência de quantidades consideráveis de vitaminas (A e C), fibras e compostos antioxidantes.

3.3 Fibras Alimentares

O conceito de fibra alimentar inclui os polissacarídeos celulósicos, hemicelulósicos, beta-glicanos, lignina e outros componentes dos alimentos que, também, passam pelo processo digestivo e chegam ao cólon sem serem degradados, que são o amido resistente, os compostos polifenólicos e os compostos de Maillard (CERQUEIRA et al., 2008; PHILIPPI, 2008).

As fibras alimentares têm papel essencial na saúde intestinal e parecem estar, significativamente, associadas com menor risco de desenvolver doença cardíaca coronária, hipertensão, acidente vascular cerebral, diabetes e obesidade (SAURA-CALIXTO, 2011).

A fim de auxiliar na prevenção do aparecimento de doenças crônicas relacionadas à dieta, a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO/OMS) recomenda o consumo de, pelo menos, 25 g por dia de fibras na dieta. No entanto, em muitos países, a adesão a essa recomendação não é alcançada (MELO; LAAKSOMEN, 2009).

A indústria alimentícia, na tentativa de melhorar a qualidade nutricional de seus produtos, para atender a uma nova classe de consumidores que se preocupam com a qualidade da sua alimentação, tem enriquecido e criado novos produtos com fibras. Por isso a descoberta de fontes alternativas de fibra alimentar pode ser de grande valor, pois não só contribuem para o enriquecimento nutricional dos produtos, como também previnem o desperdício, uma vez que o alimento é utilizado de maneira integral (CERQUEIRA et al., 2008).

As fibras podem ser classificadas de acordo com a sua solubilidade, em insolúveis e solúveis (ORDONEZ, 2005), e essas frações são responsáveis por efeitos fisiológicos distintos no organismo (LONDERO; RIBEIRO; CARGNELUTTI FILHO, 2008).

A fibra alimentar insolúvel compreende a celulose, a lignina e algumas frações de hemicelulose. Entre os efeitos benéficos que essa fração de fibra alimentar pode proporcionar estão o favorecimento da motilidade intestinal, melhorando a mobilização do bolo fecal e, conseqüentemente, favorecendo o trânsito intestinal e auxiliando na redução do risco de câncer de cólon e de problemas intestinais. A fibra alimentar solúvel compreende as gomas, pectinas, mucilagens, polissacarídeos de reserva e hemiceluloses solúveis. Os efeitos fisiológicos exercidos incluem a redução do colesterol no sangue e controle da glicemia em diabéticos (ORDONEZ, 2005; LONDERO; RIBEIRO; CARGNELUTTI FILHO, 2008).

A importância das fibras alimentares foi reconhecida há mais de duas décadas, após estudos sobre sua química e fisiologia, que associavam o consumo de fibras com a prevenção de diversas doenças como prisão de ventre, hemorroidas, câncer de cólon, arteriosclerose, entre outras, comuns na civilização ocidental, acostumada com alimentos refinados e pobres em fibras. Apesar de a fibra alimentar ser resistente à digestão na boca, estômago e intestino delgado do homem, a mesma possui valor nutricional específico, devido a seu papel em manter a integridade funcional do trato gastrointestinal. Assim, as fibras fermentáveis podem ser degradadas microbiologicamente no cólon, gerando ácidos graxos de cadeia curta que são absorvidos e utilizados como fonte de energia (PACHECO, 1995; PENTEADO 1995).

As indústrias de alimentos, aproveitando a oportunidade, colocaram no mercado vários produtos enriquecidos em fibras, como exemplo estão as barras alimentícias, visando atender à demanda crescente de indivíduos interessados em resgatar hábitos saudáveis, levando ao

questionamento de como obter a quantidade diária de fibras recomendada, por meio do consumo de alimentos naturais (STELLA, 2004).

3.4 Barras Alimentícias

As barras alimentícias são classificadas como “snacks”, que são definidos como pequenas refeições, leves ou substanciais. O consumo desse tipo de alimento apresenta crescimento constante, devido à sua praticidade que, com a mudança no estilo de vida da população, tornou-se característica importante para a escolha de um alimento (CORDOVA, 2012).

São consumidas por diferentes tipos de pessoas, atraídas por apelos como “ingredientes naturais” e “saúde”, podendo ser considerada alimento funcional, no entanto, o consumo e a aceitação são, também, decorrentes de sabor e valor nutricional (FREITAS, 2006; PASQUALOTO, 2009).

Sua elaboração se dá a partir da extrusão de massa de cereais de sabor adocicado e agradável, obtidas da mistura ou combinação de três ou mais alimentos higienicamente preparados, com específicos valores nutritivos e específico sabor. Ao ser acrescentado agente ligante, obtém-se textura adequada ao produto, que é embalado e comercializado em porções individuais de, aproximadamente, 25 g, as quais são obtidas das mais variadas combinações de ingredientes, principalmente, com frutas e cereais (PEREIRA et al., 2008).

3.4.1 Ingredientes das barras alimentícias

A barra alimentícia é um produto obtido a partir da compactação de flocos de cereais como arroz, aveia, milho e cevada, xarope de glicose, açúcar, edulcorante natural ou artificial, gordura ou óleo vegetal, frutas secas, sementes oleaginosas, sal e estabilizantes, podendo ocorrer variação nos ingredientes de acordo com o sabor (SAMPAIO et al., 2004). Apresentam, basicamente, fase composta por ingredientes secos e outra por agentes ligantes.

3.4.1.1 Ingredientes secos

Os ingredientes secos, selecionados para a elaboração das barras alimentícias, são flocos de arroz, aveia integral, açúcar mascavo e cloreto de sódio.

3.4.1.1.1 Flocos de arroz

Os flocos de arroz são produzidos a partir da quirera de arroz (fragmento de grão de arroz que passa em peneira de furos circulares de 1,6 milímetros de diâmetro), num processo de extrusão termoplástica que combina alta temperatura e pressão (GUTIERREZ, 1988). Nessas condições, obtêm-se um produto instantâneo ou pré-cozido. É um produto crocante, fabricado à base de farinha de arroz, açúcar, malte e sal. O produto intumescido tem estrutura celular, formada por bolsões de ar envoltos por paredes de amido gelatinizado, o que contribui para sua textura quebradiça (TAKEUCHI; SABADINI; CUNHA, 2005).

3.4.1.1.2 Aveia integral

A aveia (*Avena sativa* L.) é um dos principais ingredientes das barras alimentícias, sendo um cereal de alta qualidade nutricional, rico em proteínas, ácido oleico e linoleico e vitaminas. É rico em fibras solúveis, denominadas β -glucanas, que são polissacarídeos lineares, não ramificados, compostos por unidades de glicose unidas por ligações do tipo β -1,4 e β -1,3. Na aveia, a fibra alimentar encontra-se, principalmente, nos tecidos externos do grão (casca e farelo), com funções estruturais e de proteção. Esses tecidos contêm acima de 70% do total da fibra alimentar, enquanto o endosperma (camada mais interna do grão) apresenta quantidades relativamente pequenas (MONTEIRO, 2005).

3.4.1.1.3 Açúcar mascavo

Açúcar é a sacarose obtida da cana de açúcar (*Saccharum officinarum*), sendo que o açúcar mascavo contém, no mínimo, 90% de sacarose e não passa por nenhum processo de refino e industrialização. Tem coloração marrom, semelhante a da rapadura moída, sendo rico em cálcio, ferro e potássio, além de diversas vitaminas, normalmente, não encontradas no açúcar refinado. Em produtos à base de cereais, o açúcar mascavo é útil para realçar o sabor dos cereais (FERREIRA, 2004).

3.4.1.1.4 Cloreto de sódio

O cloreto de sódio (NaCl) ou sal de cozinha, utilizado como coadjuvante na alimentação humana, como realçador de sabor e conservante, é constituído por uma mistura de alguns sais, no qual o constituinte principal, cloreto de sódio, acima de 99%, iodato de potássio (KIO₃), responsável pela presença de iodo no sal, ferrocianeto de sódio (Na₄Fe(CN)₆) e alumínio silicato de sódio (NaAlSiO₄), responsáveis pela diminuição da umidade do produto. Seu uso, associado a temperos ou de forma isolada, tem finalidade na modulação do sabor dos alimentos. O sal é utilizado para implementar a Política Nacional de Alimentação, por meio da adição da substância química, iodo, visando à redução e/ou eliminação da epidemia do bócio que acomete a glândula tireoide, por se tratar de um condimento utilizado na alimentação humana diariamente (BRASIL, 2003).

3.4.1.2 Ingredientes aglutinantes

Os ingredientes aglutinantes, selecionados na elaboração das barras alimentícias, são xarope de glicose, lecitina de soja, gordura vegetal, goma acácia, sorbitol e maltodextrina.

3.4.1.2.1 Xarope de glicose

O xarope de glicose é, tradicionalmente, obtido a partir da hidrólise ácida e/ou enzimática do amido de milho. Outras fontes de amido, também, podem ser utilizadas como a mandioca e o arroz (EDUARDO, 2002). Nas barras alimentícias, a glicose de milho exerce a função de agente agregador, sendo o principal ingrediente para a produção do xarope, além de ser a maior fonte habitual de D-glicose e D-frutose (FENNEMA, 2000).

A vantagem de sua utilização está na diminuição da cristalização pelo aumento da solubilidade da sacarose e pela presença de polissacarídeos complexos que elevam a viscosidade da solução de açúcares. A cristalização é provocada pelo cozimento excessivo da fase ligante. Além disso, por possuir menor peso molecular do que a sacarose, exerce maior pressão osmótica, aumentando seu poder de penetração nos tecidos vegetais, minimizando a possibilidade de contaminação de fungos e leveduras. Para as indústrias de alimentos, o emprego de açúcar invertido e xarope de glicose evita processos dispendiosos de diluição, armazenagem e transporte de açúcares sólidos, o que reduz custos de energia e minimiza a produção de dejetos industriais (GRATÃO; BERTO; SILVEIRA JÚNIOR, 2004).

3.4.1.2.2 Lecitina de soja

As propriedades funcionais das lecitinas são determinadas pela estrutura dos seus principais componentes, os fosfolipídios, que conferem características emulsionantes únicas e, por esta razão, tem seu uso difundido em aplicações alimentícias (FENNEMA, 2000).

A importância do uso da lecitina, no mercado mundial de aditivos alimentícios e indústrias químicas, deve-se às suas propriedades funcionais e nutricionais, à sua origem natural e a excelente relação custo-benefício, sendo o emulsionante natural com maior número de aplicações como margarinas, biscoitos, leite em pó, pós-instantâneos, chocolates, caramelos, tintas, cosméticos, rações, suplementos dietéticos e demais aplicações (SANTOS, 2006).

3.4.1.2.3 Goma acácia

As gomas são polímeros de cadeias longas, de alto peso molecular, que podem ser dissolvidas ou dispersas em água fria ou quente, produzindo soluções viscosas (BOBBIO; BOBBIO, 1985; ZANALONI, 1992).

A principal propriedade das gomas, quando adicionadas em produtos alimentícios, é modificar a textura dos produtos, sendo utilizadas na estabilidade de emulsões, controle de viscosidade, cristalização, suspensão de partículas, inibição da liberação de água dos produtos alimentícios processados, além de funcionar como importante agente encapsulante e formador de filmes (GLICKSMAN, 1982; SANTOS, 2003).

Em barras alimentícias, pode proporcionar propriedades adesivas, além de boa estabilidade durante o período de armazenamento, diminuindo a higroscopicidade e doçura do produto, possibilitando a substituição total ou parcial do açúcar (ALI et al., 2010).

3.4.1.2.4 Sorbitol

O sorbitol (D-glucitol, D-sorbitol, D-glicose) é um poliol (álcool de açúcar) que foi descoberto em 1872, em bagas da montanha Ash (5-7). É encontrado, de forma natural, numa variedade ampla de plantas, tais como frutas, vegetais e algas, e é usado como substituto alimentar em inúmeros produtos alimentares (NEZZAL, 2009).

Na indústria, são utilizados como emulsificantes, estabilizantes, umectantes, crioprotetores e redutores do ponto de congelamento (BAUCHART; AUROUSSEAU; AUCLAIR, 1985; GEAY; RICHET; THIVEND, 1992).

Pode ser encontrado em concentração relativamente elevada em maçãs (0,2% a 1%), peras (1,2% a 2,8%), pêssegos (0,5% a 1,3%), ameixas (1,7% a 4,5%), cerejas, algas marinhas e em bebidas fermentadas, como a cidra (5 a 6 g/L). Na indústria, a forma mais comum de sua obtenção é por meio da hidrogenação da glicose derivada do amido ou da sacarose (NEZZAL et al., 2009).

3.4.1.2.5 Maltodextrina

As maltodextrinas são biopolímeros originados da hidrólise parcial do amido e são classificadas pelo seu grau de hidrólise, expresso em dextrose equivalente (DE), que é a porcentagem de açúcares redutores calculados como glicose em relação ao peso seco do amido (TAKEITI, 2007). Como ingrediente para alimentos, a maltodextrina oferece consistência, viscosidade, textura suave e estabilidade. Pelo aumento do teor de sólidos solúveis, ela inibe a cristalização e controla o ponto de congelamento (FIGUEIREDO, 1998). É apontada pelas recentes pesquisas como opção de material de parede viável, pois exibe excelente propriedade de estabilização, no entanto, a sua capacidade de emulsionar é fraca (FRASCARELI et al., 2012; MOREIRA, 2007; SANSONE et al., 2011).

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, R. **Moratória para os Cerrados**: elementos para uma estratégia de agricultura sustentável. São Paulo: Consórcio Atech, Museu Emílio Goeldi, 1999.

AGUIAR, L. M. D. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado**: ecologia e caracterização. Brasília, DF: Embrapa cerrados, 2004. 249 p.

ALI, A.; MAQBOOL, M.; RAMACHANDRAN, S.; ALDERSON, P. G. Gum arabic as a novel edible coating for enhancing shelf-life and improving postharvest quality of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 58, p. 42-47, 2010.

AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. **Frutos do Cerrado - Preservação gera muitos frutos**. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. p.36-41, 2005. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio15/frutos.pdf>>. Acesso em: 16 de abril de 2016.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 306 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 130, de 26 de maio de 2003**. Regulamento Técnico de Procedimentos para revisão dos teores de iodo em sal destinado ao consumo humano. Brasília, 2003.

CARDOSO, L. D. M. Araticum (*annona crassiflora* mart.) from the brazilian cerrado: chemical composition and bioactive compounds. **Fruits**, v.68, p.127, 2013.

CARVALHO, J. A. **Marolo**: o doce aroma do cerrado. Belo Horizonte, MG: Folha Machadense, 2002. 20p.

CAVALCANTE, T. R. M.; NAVES, R. V.; SERAPHIN, J. C.; CARVALHO, G. D. Diferentes ambientes e substratos na formação de mudas de araticum. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n.1, p. 235–240, 2008.

CERQUEIRA, P. M.; FREITAS, M. C. J.; PUMAR, M.; SANTANGELO, S. B. Efeito da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L.) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. **Revista de Nutrição, Campinas**, v. 21, n. 2, 2008.

CORDOVA, K.R.V. **Barras de cereais com agaricus brasiliensis e minerais: elaboração, caracterização física, química e sensorial.** 2012. 172f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

CORRÊA, S. C.; CLERICI, M. T. P. S.; GARCIA, J. S.; FERREIRA, E. B.; EBERLIN, M. N., AZEVEDO L. Evaluation of dehydrated marolo (*Annona crassiflora*) flour and carpels by freeze-drying and convective hot-air drying. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2385–2390, 2011.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. B.; ASQUIERI, E. R.; LAGE, M. E.; OLIVEIRA, R. A.; SILVA, F. A.; PINTO, D. M.; RODRIGUES, L.J.; SILVA, E. P.; PAULA, N. R. R. Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.3, p.723-729, 2011.

DRAGANO, N. R. V.; VENANCIO, V. P.; PAULA, F. B. A.; LUCIA, F. D.; FONSECA, M. J. O.; AZEVEDO, L. Influence of marolo (*Annona crassiflora* Mart.) pulp intake on the modulation of mutagenic/antimutagenic processes and its action on oxidative stress in vivo. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 65, p. 319-325, 2010.

DUTCOSKY, S. D.; GROSSMAN, M. V. E.; SILVA, R. S. S. F.; WELSCH, A. K. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. **Food Chemistry**, London, v. 98, n. 4, p. 630-638, 2006.

EDUARDO, M. P. **Hidrólise enzimática de mandioca e puba para obtenção de xarope de maltose.** 2002. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, 2002.

EITEN, G. The Cerrado vegetation of Brazil. **The Botanical Review**, New York, v. 38, p. 201-341. 1972.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos.** 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2000. 1258 p.

FERREIRA, L. G. **Barras de cereais com propriedades funcionais direcionadas a mulheres no período climatério.** 2004. 99 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

FIGUEIREDO, R.M.F. **Caracterização físico-química do suco e pó de acerola (*Malpighia punucifolia*, L.).** (Tese de Doutorado). UNICAMP. Campinas - SP, 1998.

FRASCARELI, E. C.; SILVA, V. M.; TONON, R. V.; HUBINGER, M. D. Determination of critical storage conditions of coffee oil microcapsules by coupling water sorption isotherms and glass transition temperature. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 47, n. 5, p. 1044-1054, 2012.

FREITAS, D.; MORETTI R. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto valor proteico e vitamínico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 26, n.2, p 318 – 324, 2006.

GLICKSMAN, M. Functional properties of hydrocolloids. *Food hydrocolloids*, Oxford, v. 1, 1982. p. 219.

GOEDERT, W. J. Região dos cerrados: potencial agrícola e política para seu desenvolvimento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 24, n. 1, p. 1-17. 1989.

GRATÃO, A. C. A.; BERTO, M. I.; SILVEIRA JÚNIOR, V. Reologia do açúcar líquido invertido: influência da temperatura na viscosidade. *Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 24, n. 4, p. 652-656, 2004.

GEAY, Y.; RICHET, E.; BA, S.; THIVEND, P. Effects of feeding sorbitol associated with different sources and amounts of nitrogen on growth, digestion and metabolism in young bulls. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 36, n. 3-4, p. 255-273, 1992.

GUTIERREZ, R. H. **Curso tecnologia de extrusão, produtos texturizados e expandidos**. São Paulo: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia André Tosello, 1988. 80 p.

IZZO, M.; NINESS, K. Formulating Nutrition Bars with Inulin and Oligofructose. *Cereal Foods World*, Canadá, v. 46, n. 3, 2001. p. 102-105.

KLINK, C.A.; MACHADO, R.B. A conservação do Cerrado brasileiro. *Revista Megadiversidade*, v.1, n.1, p.149-155, 2005.

LONDERO, P. M. G.; RIBEIRO, N. D.; CARGNELUTTI FILHO, A. Teores de fibra e rendimento de grãos em populações de feijão. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 1, 2008.

MAIANI, G.; CASTÓN, M. J.; CATASTA, G.; TOTI, E.; CAMBRODÓN, I. G.; BYSTED, A.; GRANADO-LORENCIO, F.; OLMEDILLA-ALONSO, B.; KNUTHSEN, P.; VALOTI, M.; BÖHM, V.; MAYER-MIEBACH, E.; BEHSNILIAN, D.; SCHLEMMER, U.

Carotenoids: Actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 53, n. 2, p. 194-218, 2009.

MELO, V. D.; LAAKSOMEN, D. E. Dietary fibers: current trends and health benefits in the metabolic syndrome and type 2 diabetes. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, São Paulo, v. 53, n. 5, 2009.

MONTEIRO, F. **Diferentes proporções de fibra insolúvel e solúvel de grãos de aveia sobre a resposta biológica de ratos**. 2005. 54 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

MOREIRA, G. E. G.. **Obtenção e caracterização de extrato microencapsulado de resíduo agroindustrial de acerola**. 2007. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio do Norte, Natal, 2007.

NEZZAL A.; AERTS, L.; VERSPAILLE, M.; HENDERICKX, G.; REDL, A. Polymorphism of sorbitol. **Journal of Crystal Growth**. v.311, p. 3863-870, 2009.

OLIVEIRA, M. A. M.; POLO, M.; AZEVEDO, L. Avaliação sensorial dos produtos elaborados a partir da polpa do marolo (*Annona crassiflora* Mart.). In: I Simpósio do Marolo e Frutos do Cerrado. **Anais...** Alfenas, 2009.

ORDONEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos** - Alimentos de origem animal, Vol. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PACHECO, E. **Fibra dietética**. Boletim Informativo de la Riare, Argentina, n. 5, p. 28-40, 1995.

PASQUALOTO, A.P. **Funcionalidade da fibra alimentar em barras de cereais**. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

PENTEADO, R. L. B., **Fibras vegetais na alimentação humana**. Boletim SBCTA. v. 15, n. 3, p. 279-302, 1995.

PEREIRA, L. A.; MACEDO, D. C.; CIABOTTI, S.; FARIA, N. V. Aceitabilidade de barras alimentícias elaboradas com resíduo do extrato de soja e vegetais desidratados. In: Seminário de Iniciação Científica Do CEFET, 1., 2008. **Anais...** Uberaba, 2008. Uberaba: CEFET, 2008.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos Alimentos: Fundamentos básicos da nutrição**. Barueri: Manole, 2008.

RAO, A. V.; RAO, L. G. Carotenoids and human health. **Pharmacological Research** [S.I.], v. 55, n. 3, p. 207-216, 2007.

REZENDE, W. S.; GOBBI, C. N.; SILVA, C. E.; ALMEIDA, J. R. Recuperação de voçorocas na zona rural do município de Mineiros (GO): financeiramente viável e ambientalmente sustentável. **Revista Ibero - Americana de Ciências Ambientais**, Aquibadã, v. 2, n. 2, p. 64-81, 2011.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. **Fitofisionomias do Bioma Cerrado**. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília: Embrapa Cerrados, 1998. p. 87-166.

RIBEIRO, J. F.; BRITO, M. A. de; SACLOPPI JUNIOR, E. J.; FONSECA, C. E. L. da. **Araticum (Annona crassiflora Mart.)**. Jaboticabal: Embrapa Cerrados, 2000. 52 p.

ROESLER, R.; CATHARINO, R. R.; MALTA, L. G.; EBERLIN, M. N.; PASTORE, G. Antioxidant activity of *Annona crassiflora*: Characterization of 75 major components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 104, p. 1048–1054, 2007.

ROQUE, P. **A colonização do cerrado: savanas e celeiro do mundo**. São Paulo: Editora Prêmio, 2006. 207 p.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2008. 406 p.

SAMPAIO, C. R. P.; FERREIRA, A. A.; CORREA, M. C. L. B.; PUMAR, M. Verificação da informação nutricional em rotulagem quanto à designação "light" de cereais em barra: uma pesquisa de mercado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO, 1., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2004.

SANSONE, F.; MENCHERINI, T.; PICERNO, P.; D'AMORE, M.; AQUINO, R.P.; LAURO, M.R.; Maltodextrin/pectin microparticles by spray drying as carrier for nutraceutical extracts. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 105, n. 3, p. 468-476, 2011.

SANTOS, A. B. **Encapsulação de oleoresina de páprica por atomização em goma arábica e em aglomerados porosos de amido/gelatina: estabilidade e aplicação**. 2003.

196 p. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SANTOS, E. **Avaliação das Propriedades Tecnológicas de Tripas Naturais Submetidas ao Tratamento com Soluções Emulsificantes**. 2006. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SAURA-CALIXTO, F. Dietary Fiber as a Carrier of Dietary Antioxidants: An Essential Physiological Function. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, Davis, v. 59, n. 1, 2011.

SCHWARTZ, H.; OLLILAINEN, V.; PIIRONEN, V.; LAMPI, A. M. Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. **Journal of Food Composition and Analysis** [S.I.], v. 21, n. 2, p. 152-161, 2008.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A. da; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. de. **Frutas do cerrado**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 179p.

SILVA, A. P. P.; MELO, B.; FERNANDES, N.; ANDRADE, L. R. M. **Fruteiras do cerrado**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/fruteiras%20do%20cerrado.html>> . Acesso em: 08 jan. 2016.

SILVA, E. P.; VILAS BOAS, E. V. B.; XISTO, A. L. P. R. Characterization and development of marolo (*Annona crassiflora*, Mart.). **Food Science and Technology (Campinas)**, Campinas, v. 33, n. 4, 2013.

SILVA, Edson Pablo. **Caracterização do desenvolvimento de frutos do cerrado: marolo (*Annona crassiflora*, Mart.) e gabirola (*Campomanesia pubescens*)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

SILVA-SÁNCHEZ, C.; GONZÁLEZ-CASTANHEDA, J. ; DE LÉON-RODRÍGUEZ, A.; BARBA DE LA ROSA, A. P. Functional and rheological properties of amaranth albumins extracted from two mexican varieties. **Plant Foods for human nutrition**, v.59, p.169-174, 2004.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R. C.; STEIN, V. C.; SANTANA, J. R. F. **Marolo: uma frutífera nativa do Cerrado**. (Boletim Técnico, 82). Lavras, MG: universidade Federal de Lavras, 2009.

STELLA, R. **Fibras para seu intestino**. Disponível em <http://www1.uol.com.br/cyberdiet/colunas/010921_nut_fibra_intestino.htm> Acesso em: 1 jan. 2016.

TAKEITI, C.Y. **Estudo da influência da transição vítrea sobre a instantaneização de maltodextrina por processo de aglomeração úmida**. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2007

TAKEUCHI, K. P.; SABADINI, E.; CUNHA, R. L. Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 78-85, 2005.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T. D. S.; SILVA, D. B.; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R. **Futas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2010. 322 p.

VILAS BOAS, E. V. de B.; SILVA, E. P. Maturação controlada de marolo: um caso a ser estudado. In: I Simpósio do Marolo e Frutos do Cerrado. **Anais...**, Alfenas, 2009.

ZANALONI, E. Uso de gelificantes y espesantes em heladeria. **Heladeria Panaderia Latinoamericana**, Buenos Aires, v. 19, n. 107, p. 39-46, 1992.

CAPÍTULO 2

5 CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E PROPRIEDADES FUNCIONAIS TECNOLÓGICAS DE FARINHA DA POLPA DE MAROLO (*Annona crassiflora* Mart.)

SILVA, J. S. Caracterização nutricional e propriedades funcionais tecnológicas de farinha da polpa de marolo (*Annona crassiflora* mart.). In: _____. **Barras Alimentícias com Farinha de Polpa de Marolo (*Annona crassiflora* mart): caracterização e vida útil.** Capítulo 2, p. 39-64. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Goiás, GO.

RESUMO

A farinha da polpa de marolo (*Annona crassiflora* Mart.) é uma importante fonte de fibras, porém, a sua utilização como ingrediente alimentar necessita de investigações quanto à sua funcionalidade. Desta forma, este trabalho teve como objetivo, avaliar as características físicas, químicas, nutricionais e propriedades funcionais tecnológicas da farinha obtida da polpa de marolo e, assim, verificar o seu uso como ingrediente em produtos alimentícios. A farinha obtida foi analisada quanto a composição proximal, composição mineral, teor de vitamina C, carotenóides totais, betacaroteno, atividade antioxidante e propriedades funcionais tecnológicas. A farinha apresentou quantidades consideráveis de fibras, especialmente a fração insolúvel, sendo $25,47 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, $8,57 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para a fibra alimentar solúvel e $34,04 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para a fibra alimentar total. Os teores de vitamina C e carotenóides totais, observados na farinha da polpa de marolo, foram de $173,77 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, $0,56 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ e $0,08 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, respectivamente. Os minerais que apresentaram maior concentração na farinha de polpa de marolo foram o fósforo ($1768,53 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) e cálcio ($1512,73 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). A atividade antioxidante apresentou maior efetividade quando realizada na extração aquosa. A farinha demonstrou possuir importantes propriedades funcionais tecnológicas, como a solubilidade em água e a capacidade de formar emulsão. Portanto, a farinha da polpa de marolo possui potencial para comercialização e utilização em produtos alimentícios com a finalidade de melhorar e enriquecer suas qualidades nutricionais e tecnológicas.

Palavras-chave: Marolo, carotenóides, atividade antioxidante, propriedades funcionais tecnológicas.

ABSTRACT

The marolo (*Annona Crassiflora Mart.*) pulp flour is a major source of fibers, however, its use as a food ingredient requires investigation regarding its functionality. Therefore, this study aimed to evaluate the physical, chemical, nutritional and technological functional properties of flour obtained from marolo pulp and thus verify its use as an ingredient in food products. The flour obtained was analyzed for proximate composition, mineral composition, vitamin C, carotenoid content, antioxidant activity and technological functional properties. The flour showed considerable amounts of fiber, especially in the insoluble fraction, which was 25.47 g.100g⁻¹, soluble dietary fiber was 8.57 g.100g⁻¹ and total dietary fiber was 34.04 g.100g⁻¹. The vitamin C and total carotenoids observed in marolo pulp flour were 173.77 mg ascorbic acid.100g⁻¹ and 0.56 mg.100g⁻¹, respectively. Minerals that have higher concentrations in marolo pulp flour were phosphorus (1768.53 mg.kg⁻¹) and calcium (1512.73 mg.kg⁻¹). The antioxidant activity showed higher efficacy when performed in the aqueous extraction. The flour demonstrated to possess significant technological functional properties, such as solubility in water and ability to form emulsion. Therefore, the marolo pulp flour has potential for commercialization and use in food products as a way to enhance and enrich their technological and nutritional qualities.

Keywords: Marolo, carotenoids, antioxidant activity, technological functional properties.

5.1 Introdução

As fruteiras nativas ocupam lugar de destaque no ecossistema do cerrado e seus frutos já são comercializados em feiras com grande aceitação popular. Esses frutos apresentam sabores exóticos e possuem elevados teores de açúcares, proteínas, vitaminas e sais minerais e podem ser consumidos in natura ou na forma de sucos, licores, sorvetes, geleias etc. Existem mais de 58 espécies de frutas nativas do Cerrado conhecidas e utilizadas pela população (Avidos e Ferreira, 2005).

Além disso, o consumo de frutos do Cerrado pode estar associado a inúmeros benefícios, atribuído ao consumo de frutas em geral, tais como menor incidência de mortalidade por câncer, doenças cardiovasculares e cerebrovasculares. A proteção que as frutas oferecem ao organismo está associada, em grande parte, à presença de constituintes químicos com propriedades antioxidantes como os carotenóides, vitamina C, vitamina E e folatos (Schwartz et al., 2008).

O maroleiro (*Annona Crassiflora* Mart.) é uma das espécies frutíferas mais frequentes no bioma Cerrado, sendo explorado pela população local para alimentação e uso medicinal. Por apresentar apreciável aroma, sabor e digestibilidade, a polpa de seus frutos é consumida fresca ou transformada para a produção de outros alimentos (Telles et al., 2003). Além das características sensoriais, o fruto possui valor nutritivo elevado, com níveis significativos de lipídeos, fibras, calorias, magnésio, fósforo e antioxidantes (Damiani et al., 2011). O marolo é destacado como importante fonte de fibras alimentares, na sua forma desidratada, e essa é uma alternativa de comercialização do produto para outras regiões.

A farinha da polpa de marolo apresenta boas características químicas, sendo importante fonte de fibras. Porém, a sua utilização como ingrediente alimentar necessita de investigações quanto à sua funcionalidade. De acordo com Mizubuti et al. (2000), entende-se por funcionalidade qualquer propriedade de um ingrediente alimentar, com exceção da propriedade nutricional, que afeta a sua utilização. Portanto, qualquer propriedade física e química que afeta o comportamento das biomoléculas de um alimento pode ser considerada propriedade funcional.

Por tal razão, este trabalho teve como objetivo avaliar as características físicas, químicas, nutricionais, atividade antioxidante e propriedades tecnológicas de farinha obtida da polpa de marolo.

5.2 Material e métodos

Para a condução do estudo, frutos do maroleiro (*Annona crassiflora*) foram adquiridos maduros por vendedores locais na área do Cerrado nativo da região sudoeste do estado de Goiás – Brasil.

5.2.1 Preparação da Farinha de Polpa de Marolo

Os frutos foram lavados e sanitizados com solução de hipoclorito de sódio a 300 ppm por 30 min, visando a remoção de sujidades e impurezas vindas do campo e controle microbiológico. A polpa foi separada da semente, utilizando despoldador Hauber Macanuda (modelo MJI-05). A polpa foi desidratada a 65° C, durante 48 horas em estufa com circulação de ar forçado, até umidade final de 7% e em seguida, foi moída num misturador industrial, para a obtenção da farinha (Figura 2), que foi acondicionada em saco plástico, e posteriormente, armazenada em freezer a temperatura de -4°C, até a realização das análises nutricionais, de atividade antioxidante e de propriedades tecnológicas.



Figura 2. Farinha de polpa de marolo (*Annona crassiflora* Mart.), oriundo do Cerrado da região sudoeste do estado de Goiás - Brasil.

5.2.2 Análises

As análises nutricionais e de propriedades tecnológicas, foram realizadas no Laboratório de Físico-Química do Setor de Engenharia de Alimentos, da Escola de Agronomia; no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos (Faculdade de Farmácia),

localizados na Universidade Federal de Goiás – UFG; e no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos da Universidade Federal de Lavras - UFLA. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

5.2.2.1 Composição proximal

A composição proximal foi realizada, conforme métodos propostos pela AOAC (2012), com exceção do teor de lipídeos totais que seguiu diretrizes determinadas por Bligh e Dyer (1959). O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa à 105°C, até peso constante. A determinação de cinzas foi realizada pelo método gravimétrico de incineração, em forno mufla a 550°C. O teor de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl, considerando-se o fator de conversão para proteína de 6,25. O método para determinação do teor de lipídeos totais baseou-se na mistura de três solventes: água, metanol e clorofórmio. As fibras solúveis e insolúveis foram determinadas por método gravimétrico-enzimático com utilização de enzimas (α -amilase, protease e amiloglicosidase). O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença, por meio da equação 1. Os resultados das análises de composição proximal foram expressos em $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

Carboidratos = $100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídios})$ (Equação 1)

5.2.2.2 Valor energético total

O valor energético foi calculado por meio da utilização dos coeficientes de ATWATER (carboidratos = $4,0 \text{ Kcal}\cdot\text{g}^{-1}$; lipídeos = $9,0 \text{ Kcal}\cdot\text{g}^{-1}$; proteínas = $4,0 \text{ Kcal}\cdot\text{g}^{-1}$) (Merrill e Watt, 1973).

5.2.2.3 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi determinado em refratômetro digital (AR200), de acordo com método proposto pela AOAC (2012) e os resultados expressos em °Brix.

5.2.2.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH foi realizada, utilizando-se potenciômetro digital (TEC-3MPp). O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0, em seguida, realizou-se a leitura do pH com imersão do eletrodo no béquer, contendo a amostra macerada em solução aquosa, segundo metodologia proposta pela AOAC (2012).

5.2.2.5 Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada pela titulação, com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, conforme a AOAC (2012). Os resultados foram expressos em g de amostra por 100g de ácido málico.

5.2.2.6 Atividade de água

A atividade de água foi determinada utilizando-se aparelho Aqualab (Aqualab CX-2), à temperatura de 25°C.

5.2.2.7 Minerais

A determinação dos minerais, cálcio, magnésio, fósforo, cobre, ferro, manganês e zinco, foi realizada pelo método da digestão nitroperclórica de acordo com metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

5.2.2.8 Vitamina C

A vitamina C total foi determinada pelo método da dinitrofenilhidrazina (2,4 – DNPH), conforme Strohecker e Henning (1967). A vitamina C foi extraída com ácido oxálico 0,5%, sob agitação e, após filtração, foi realizada o doseamento no extrato, empregando-se o 2,4-dinitrofenilhidrazina e usando-se o ácido ascórbico como padrão. A quantificação foi realizada a 520 nm e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de amostra.

5.2.2.9 Carotenóides totais

Na determinação de carotenóides totais, a extração foi efetuada de acordo com Higby (1962), utilizando solução extratora de álcool isopropílico:hexano (3:1). O conteúdo foi transferido para funil de separação, onde completou-se o volume com água destilada. Deixou-se em repouso por 30 minutos, seguindo a lavagem do material. Repetiu-se esta operação por mais três vezes. Filtrou-se o conteúdo para um balão volumétrico de 50 mL, onde foram adicionados 5 mL de acetona a 99,5% e completado o volume com hexano a 98,5%. As leituras foram feitas a 450 nm e os resultados expresso em $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

5.2.2.10 Atividade Antioxidante

5.2.2.10.1 Obtenção e preparo dos extratos

Os extratos etéreo, alcoólico e aquoso, foram preparados consecutivamente, ao abrigo da luz, nos quais foram pesados 2,5 g de amostra com 50 mL de éter etílico, agitando em temperatura ambiente durante 1 hora. A solução foi filtrada com auxílio de papel filtro, o volume foi completado para 50 mL com éter etílico. O resíduo foi submetido à secagem, à 45 °C por 1 hora, para ser utilizado na extração alcoólica. Adicionou-se álcool etílico absoluto ao resíduo na proporção 1:20 (p/v), seguido por agitação, filtração com os mesmos procedimentos realizados para o extrato etéreo. O volume foi completado conforme o volume inicial de álcool etílico absoluto. Para o extrato aquoso, adicionou-se água destilada na proporção 1:20 (p/v) no resíduo seco à 45°C por 1 hora, seguido por agitação, filtração com os mesmos procedimentos realizados para o extrato etéreo e etanólico. O volume foi completado conforme o volume inicial de água destilada. Os extratos, etéreo, etanólico e aquoso, foram armazenados em vidros âmbar em freezer à -18°C e utilizados para análises de atividade antioxidante pelos métodos ABTS, FRAP e DPPH.

5.2.2.10.2 ABTS

A atividade antioxidante pelo método ABTS⁺ [2,2-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] foi realizada conforme a metodologia descrita por Rufino et al. (2007). A leitura foi realizada a 734 nm, e o etanol foi utilizado como branco. Como referência, utilizou-se o Trolox, um antioxidante sintético análogo à vitamina E, nas concentrações de 100 a 2000 µM. Os resultados foram expressos em µM trolox por g de amostra (atividade antioxidante equivalente ao Trolox).

5.2.2.10.3 FRAP

A metodologia do poder redutor dos íons de ferro foi realizada como descrito por Rufino et al. (2006). Construiu-se a curva padrão com soluções de sulfato ferroso, nas concentrações de 500,0 a 2000,0 µM. As absorbâncias das amostras foram lidas a 595 nm e os resultados foram expressos em µM de sulfato ferroso por g de amostra.

5.2.2.10.4 DPPH

A atividade antioxidante foi fundamentada na extinção da absorção do radical 2,2 – difinil-1-picril hidrazil (DPPH 60 µM), de acordo Rufino et al. (2007) a um comprimento de onda de 517 nm, em espectrofotômetro marca Rayleigh UV – 1800, em triplicata. Os resultados foram expressos na quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% (Equação 2).

$$IC\ 50 = \frac{50\% * 200\ \mu\text{g}}{\% \text{ de descoloração}} \text{ (Equação 2)}$$

$$\% \text{ descoloração DPPH} = \left(1 - \left(\frac{ABS\ amostra - ABS\ branco\ amostra}{ABS\ branco\ ensaio\ DPPH} \right) \right) * 100 \text{ (Equação 3)}$$

5.2.2.11 Coloração

A determinação da coloração foi realizada com a leitura de três pontos da amostra, com dez repetições, por meio da leitura de três parâmetros definidos pelo sistema CIELAB. Os parâmetros L*, a* e b*, fornecidos pelo colorímetro (Hunterlab, ColorQuest II), foram lidos, no qual L* define quão clara ou escura é uma amostra (L* = 0 preto e L* = 100 branco) e a* e b* definem a cromaticidade (+a* vermelho e -a* verde, +b* amarelo e -b* azul).

5.2.2.12 Propriedades funcionais tecnológicas

Todos os resultados obtidos para as propriedades funcionais tecnológicas da farinha da polpa de marolo foram expressos em %.

5.2.2.12.1 Índice de absorção de água (IAA)

Índice de absorção de água (IAA) foi determinado segundo metodologia adaptada de Okezie e Bello (1988). Suspensão com 25 mL de água e 0,5 g de farinha (base seca) foi preparada em tubos de centrífuga com tampa. Os tubos foram agitados por 1 minuto em agitador EVLAB e, em seguida, centrifugados a 5300 rpm por 20 minutos em centrífuga (MSE Harrier). O líquido sobrenadante foi cuidadosamente retirado e o material remanescente (farinha úmida), foi pesado e a diferença entre o peso da amostra antes e após a absorção de água, representou a quantidade de água absorvida. A medida do índice de absorção de água foi calculada de acordo com a equação 4:

$$\text{Índice de absorção de água (IAA)} = \frac{\text{água absorvida pela amostra (g)}}{\text{peso da amostra (g)}} \quad (\text{Equação 4})$$

5.2.2.12.2 Índice de solubilidade em água (ISA)

A solubilidade em água foi determinada de acordo com Okezie e Bello (1988). Suspensão com 25 mL de água e 0,5 g de farinha (base seca) foi preparada em tubos de centrífuga com tampa. Os tubos foram agitados por 1 minuto em agitador EVLAB e, em seguida, centrifugados a 5300 rpm por 20 minutos em centrífuga MSE Harrier. O líquido sobrenadante foi retirado cuidadosamente em placa de petri, previamente tarada, e levado à estufa para secagem. A solubilidade em água foi calculada pela relação entre o peso do resíduo seco do sobrenadante (resíduo de evaporação) e o peso da amostra, conforme a equação 5:

$$\text{Solubilidade em água (ISA)} = \frac{\text{resíduo de evaporação (g)}}{\text{peso da amostra (g)}} \times 100 \quad (\text{Equação 5})$$

5.2.2.12.3 índice de absorção de óleo (IAO)

A capacidade de absorção de óleo foi determinada conforme metodologia descrita por Okezie e Bello (1988) para a absorção de água, substituindo-se a água por óleo de soja. Os resultados foram calculados de acordo com a equação 6:

$$\text{Índice de absorção de óleo (CAO)} = \frac{\text{óleo absorvido pela amostra (g)}}{\text{peso da amostra (g)}} \quad (\text{Equação 6})$$

5.2.2.12.4 Atividade emulsificante (AE)

Determinou-se a atividade emulsificante, utilizando a metodologia descrita por Yasumatsu et al. (1972). Preparou-se suspensão com 1 g de amostra em 10 mL de água destilada e 10 mL de óleo de soja. A suspensão foi emulsificada em agitador de haste Heidolph (modelo DIAX 600) por 1 minuto em velocidade moderada (13.500 min⁻¹). A emulsão formada foi dividida em tubos graduados (15 mL), seguida por centrifugação (centrífuga MSE Harrier 15/80) a 3000 rpm por 5 minutos. Para o cálculo da atividade emulsificante foi utilizada a equação 7:

$$\text{Atividade emulsificante (AE)} = \frac{\text{volume da camada emulsificada}}{\text{volume total no tubo}} \times 100 \quad (\text{Equação 7})$$

5.2.2.12.5 Estabilidade da emulsão (EE)

A emulsão, preparada como descrito no item 5.2.2.12.4 foi dividida em tubos graduados (15 mL) e, então, aquecida em banho-maria Marconi (modelo MA 127) por 30 minutos em temperatura de 80°C. Os tubos foram resfriados com água corrente por 20 minutos e centrifugados a 3000 rpm por 5 minutos (centrífuga MSE Harrier 15/80). A estabilidade da emulsão foi calculada pela equação 8:

$$\text{Estabilidade da emulsão (EE)} = \frac{\text{volume da camada emulsificada remanescente}}{\text{volume total da camada emulsificada}} \times 100 \text{ (Equação 8)}$$

5.2.2.12.6 Capacidade espumante (CE)

A capacidade de formação de espuma foi determinada de acordo com metodologia adaptada de Coffmann e Garcia (1977). Suspensão de 1 g de amostra em 50 mL de água destilada foi preparada em béquer de plástico de 100 mL, agitada em velocidade moderada por 5 minutos em agitador de haste Heidolph (modelo DIAX 900). Transferiu-se a dispersão para proveta graduada de 100 mL e, calculou-se o aumento percentual do volume com base nos volumes inicial e final após a formação de espuma. A capacidade espumante foi calculada pela equação 9.

$$\% \text{ aumento de volume} = \frac{\text{volume final} - \text{volume inicial}}{\text{volume inicial}} \times 100 \text{ (Equação 9)}$$

5.2.2.12.7 Capacidade de formação de gel

A capacidade de formação de gel foi determinada de acordo com metodologia descrita por Coffmann e Garcia (1977). Dispersões de concentrações variadas de amostra (8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18% e 20% p/v) em 20ml de água foram preparadas em tubos graduados (50ml), aquecidos a 90°C (banho-maria Marconi, modelo MA 127) por 30 minutos, resfriados a temperatura ambiente e refrigerados a 4°C por 2 horas. Em seguida, os tubos foram invertidos e analisados quanto à formação de gel. Os resultados foram expressos com base na formação deste gel com sinais de “+” e “-” para indicar a intensidade do gel formado.

5.2.3 Análise Estatística

As análises da farinha de polpa de marolo foram realizadas em triplicata e os dados foram expressos na forma de média, desvio padrão e coeficiente de variação. Os dados da

análise de atividade antioxidante foram submetidos à análise de variância, seguido de teste de Tukey a 5% de probabilidade com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2010).

5.3 Resultados e discussão

Os resultados encontrados para composição proximal, valor energético, parâmetros nutricionais, e composição mineral da farinha da polpa de marolo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Composição proximal, valor energético, parâmetros químicos e nutricionais e composição mineral da farinha de polpa de marolo oriundo da região sudoeste de Goiás - Brasil, em base úmida.

Parâmetro	Média ± DP (CV)
Umidade (g.100g ⁻¹)	7,68 ± 1,38 (0,18)
Cinzas (g.100g ⁻¹)	2,83 ± 0,05 (0,02)
Lipídeos totais (g.100g ⁻¹)	12,22 ± 0,84 (0,07)
Proteínas (g.100g ⁻¹)	5,45 ± 0,13 (0,02)
Fibra alimentar insolúvel (g.100g ⁻¹)	23,52 ± 0,11 (0,0)
Fibra alimentar solúvel (g.100g ⁻¹)	7,91 ± 3,08 (0,39)
Fibra alimentar total (g.100g ⁻¹)	31,43 ± 3,20 (0,10)
Carboidratos totais (g.100g ⁻¹)	71,82 ± 1,88 (0,03)
Valor energético total (Kcal.100g ⁻¹)	419,07 ± 6,33 (0,02)
Acidez Titulável (g.100g ⁻¹ ác. málico)	0,24 ± 0,01 (2,78)
pH	4,74 ± 0,01 (0,25)
Sólidos Solúveis (°Brix)	56,30 ± 0,03 (0,06)
Atividade de água	0,37 ± 0,00 (0,96)
Vitamina C (mg ác. ascórbico . 100g ⁻¹)	173,77 ± 2,88 (1,66)
Carotenóides totais (mg.100g ⁻¹)	0,56 ± 0,02 (2,78)
Fósforo (mg.kg ⁻¹)	1768,53 ± 0,45 (0,03)
Cálcio (mg.kg ⁻¹)	1512,73 ± 0,25 (0,02)
Magnésio (mg.kg ⁻¹)	1067,87 ± 0,81 (0,08)
Cobre (mg.kg ⁻¹)	92,27 ± 0,38 (0,41)
Ferro (mg.kg ⁻¹)	18,6 ± 0,26 (1,42)
Manganês (mg.kg ⁻¹)	9,53 ± 0,25 (2,64)
Zinco (mg.kg ⁻¹)	6,27 ± 0,21 (3,32)

Valores correspondentes às médias ±desvio padrão e coeficiente de variação de três repetições

A legislação brasileira estabelece, para farinhas, limite de 15% de umidade (Brasil, 2005). A farinha elaborada, a partir da polpa de marolo, apresentou-se dentro dos padrões estabelecidos. A água, mesmo em produtos desidratados como a farinha, onde ocorre em baixas concentrações, é um importante parâmetro, pois possui grande influência nas

características de armazenamento. O baixo teor de umidade contribui para melhor conservação do produto, uma vez que reduz a água disponível para a proliferação de microrganismos e reações químicas (Ethur et al., 2010).

O teor de cinzas, da farinha de polpa de marolo, mostrou-se dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira para farinhas (máximo 6%) (Brasil, 2005). No estudo com farinha de polpa de marolo, Roesler et al. (2007) reportaram valor de cinzas inferior ao encontrado neste estudo ($0,77 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$). As cinzas representam os teores de minerais incorporados na amostra e os nutrientes do solo podem ser a principal causa destas diferenças.

O resultado encontrado para lipídeos totais assemelha-se ao encontrado por Corrêa et al. (2011) para farinha de marolo ($10,23 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$). A legislação brasileira não dita valores limites para este quesito. De acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2012), para um produto possuir baixo teor de lipídeos totais, ele deve conter, no máximo 3g de lipídeos totais por 100g de produto. A farinha da polpa de marolo possui teor de lipídeos totais acima do estabelecido nesta resolução.

O teor de proteínas foi semelhante ao encontrado por Villela et al. (2013), ($5,8 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$), em seu estudo sobre farinha de marolo e encontra-se dentro do limite mínimo estabelecido pela legislação brasileira (1,5%) (Brasil, 2005). A farinha da polpa de marolo não pode ser considerada um produto fonte de proteínas de acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2012), que determina, para produtos fonte de proteínas, mínimo de 6g de proteínas por 100g de produto.

Ainda de acordo com a legislação, para um produto ser considerado “rico em fibras” é necessário que sua formulação contenha 6 g de fibras em 100g, para alimentos sólidos (Brasil, 2012), portanto, a farinha da polpa de marolo, avaliada neste estudo, pode ser considerada como um alimento rico em fibras. As recomendações diárias de fibra alimentar total para homens e mulheres de 19 a 50 anos, é de 38 e 25g, respectivamente (IOM, 2005). Com base nesses valores é possível afirmar que uma porção de 50g da farinha da polpa de marolo satisfaz a ingestão diária recomendada com 41,36% para homens e 62,86% para mulheres. O alto teor de fibras, associado ao sabor e aroma exótico, faz com que essa farinha possa ser potencialmente utilizada em diversas preparações de alimentos. Adam et al. (2001) examinaram farinhas com alto teor de fibra insolúvel e descobriram que estas são eficazes na redução do LDL-colesterol em animais experimentais, demonstrando os efeitos funcionais. Em geral, as fibras solúveis em água (pectinas, gomas, mucilagens e certas hemiceluloses) retardam o trânsito intestinal, o esvaziamento gástrico e a absorção de glicose, para ajudar na redução do colesterol no soro sanguíneo. Fibras insolúveis em água (lignina, celulose e

hemicelulose) aceleram o transito intestinal, aumentam o peso das fezes, retardam a hidrólise do amido, e a absorção de glicose, o que contribui para redução do risco de doenças (Leonel et al., 1999).

Em estudo sobre a composição proximal da farinha da polpa de marolo, Corrêa et al. (2011) encontraram valores semelhantes aos deste estudo para carboidratos totais (78,15 g.100g⁻¹). O resultado do valor energético total da farinha avaliada neste estudo mostrou-se superior ao encontrado por Villela et al. (2013) para farinha de marolo (298,29 kcal.100g⁻¹). Essas diferenças podem ser justificadas, principalmente, pela variedade, condições climáticas durante a produção e estágio de maturação dos frutos. Todos esses aspectos e outros interferem nas características das frutas e, conseqüentemente, nos resultados físico-químicos das mesmas. Alimentos ricos em carboidratos podem ser utilizados para enriquecer energeticamente a alimentação, seja pelo consumo direto ou por meio da inclusão no desenvolvimento de novos produtos (Abud e Narain, 2009).

A acidez da farinha da polpa de marolo apresentou resultado compatível com a legislação brasileira, a qual estabelece limite máximo de 5% para acidez de farinhas (Brasil, 2005). Damiani et al. (2011), estudaram a acidez titulável da polpa de marolo e observaram resultado de 0,5 g.100g⁻¹, e constataram, ainda, a presença predominante do ácido málico neste fruto (958,5 µg.g⁻¹).

O valor do pH da farinha da polpa de marolo foi semelhante ao encontrado por Munhoz et al. (2010) para farinha de polpa de goiaba (4,28), sendo considerado produto ácido, o que constitui um fator desfavorável ao crescimento de microrganismos patogênicos.

O teor de sólidos solúveis foi superior ao encontrado por Damiani et al. (2011) para a polpa de marolo (21,4 °Brix). O aumento na concentração de sólidos solúveis na farinha, em comparação com a polpa in natura, justifica-se pela eliminação de parte da água da polpa no processo de secagem. O teor de sólidos solúveis é utilizado na agroindústria para intensificar o controle de qualidade do produto final, controle de processos, ingredientes e outros, tais como doces, sucos, néctar, polpas, sorvetes, licores e bebidas em geral, entre outros (Chaves et al., 2004).

A atividade de água da farinha de polpa de marolo foi semelhante à encontrada por Munhoz et al. (2010) para farinha de polpa de goiaba (0,40). Valores de atividade de água inferiores a 0,6 garantem a prevenção de microrganismos como bolores e leveduras de acordo com Troller (1980).

Silva et al. (2014) observaram teor de vitamina C de 183,06 mg.100g⁻¹ para farinha de polpa de marolo, valor semelhante ao encontrado neste estudo. FAO (2001) recomenda

ingestão diária de 45mg de vitamina C para adultos. Esta vitamina, além de enriquecer nutricionalmente produtos alimentares, possui ação antioxidante, impedindo a ação de radicais livres.

O teor de carotenóides totais da farinha da polpa de marolo foi inferior ao encontrado por Almeida et al. (2008), para a polpa do marolo, que destacou teor de $0,84 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. O menor teor encontrado para a farinha pode ser consequência da degradação deste pigmento, ocasionado pela temperatura do processo de secagem. Carotenóides em alimentos podem atuar como antioxidantes associados à redução do risco de muitas doenças crônico-degenerativas (Trumbo e Ellwood, 2006).

Os minerais que apresentaram maior concentração na farinha de polpa de marolo foram o fósforo ($1768,53 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), cálcio ($1512,73 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) e magnésio ($1067,87 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Villela et al. (2013) estudaram farinha de polpa de marolo e encontraram valores inferiores para cálcio ($1174,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), magnésio ($598,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) e fósforo ($620,9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) e maiores resultados para cobre ($392,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), ferro ($20,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), manganês ($18,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) e zinco ($34,10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$). Os nutrientes do solo podem ser a principal causa na diferença no perfil mineral (Damiani et al., 2011).

Com relação à atividade antioxidante, na Tabela 2 estão listados os resultados encontrados para diferentes métodos utilizados na farinha da polpa de marolo nos extratos etéreo, etanólico e aquoso.

Tabela 2. Atividade antioxidante de farinha de polpa de marolo oriundo do sudoeste do estado de Goiás - Brasil.

Método	Extrato Etéreo	Extrato Etanólico	Extrato Aquoso
ABTS (μM trolox . g^{-1})	$596,55^b \pm 5,40$	$576,56^b \pm 7,98$	$1353,22^a \pm 6,45$
FRAP (μM sulfato ferroso . g^{-1})	$375,24^c \pm 3,04$	$1510,48^b \pm 5,99$	$3133,81^a \pm 7,43$
DPPH (IC ₅₀ *)	$512,04^a \pm 2,53$	$337,78^b \pm 3,32$	$193,91^c \pm 3,21$

Os valores correspondem às médias \pm desvio padrão de três repetições. Letras iguais na mesma linha não apresentam diferença estatística entre si (Teste tukey, $p < 0,05$).

*IC 50 – Concentração de extrato (mg/mL) capaz de reduzir 50% do DPPH.

No método do radical ABTS, o extrato aquoso diferiu significativamente dos demais ($p < 0,05$). Este método mede a atividade antioxidante tanto de compostos de natureza lipofílica como hidrofílica (Kuskoski et al., 2005). Para a atividade antioxidante da farinha da polpa de marolo pelo método ABTS, o resultado superior foi encontrado no extrato aquoso. Tais resultados encontrados para a atividade antioxidante por este método, foram superiores aos encontrados por Vieira (2011) para polpa de frutas como a de goiaba $198 \mu\text{M}$ trolox. g^{-1} ,

no extrato aquoso e $401 \mu\text{M trolox.g}^{-1}$, no extrato etanólico; cajá com $140 \mu\text{M trolox.g}^{-1}$ no extrato aquoso e $219 \mu\text{M trolox.g}^{-1}$ no extrato etanólico, porém, os resultados para polpa de acerola foram superiores ao deste estudo, tanto no extrato etanólico ($3690 \mu\text{M trolox.g}^{-1}$) quanto no aquoso ($1605 \mu\text{M trolox.g}^{-1}$).

Para os resultados da atividade antioxidante pelo método de redução de íons ferro (FRAP - Ferric Reducing Antioxidant Power), todos os extratos diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$). Esse método baseia-se na capacidade que os compostos antioxidantes apresentam em reduzir o íon Fe^{3+} a Fe^{2+} e essa redução é acompanhada pela formação de um complexo de cor azul intenso com o Fe^{2+} (Rufino et al., 2006). Os antioxidantes detectados por FRAP limitam-se aos solúveis em água ou em soluções aquosas de etanol, isto explica o maior poder redutor de íons de ferro no extrato aquoso, com $3233,81 \mu\text{M sulfato ferroso . g}^{-1}$. Este resultado indica que cada 1,0g de farinha da polpa de marolo é capaz de reduzir $3233,81 \mu\text{M}$ de Fe^{3+} para Fe^{2+} . Morais et al. (2013) determinaram o potencial antioxidante in vitro de frutos do cerrado brasileiro e para o método de FRAP, no extrato hidroalcoólico, encontraram valores inferiores ao detectado neste estudo, sendo eles $2085 \mu\text{M sulfato ferroso.g}^{-1}$ para o mesocarpo do pequi e $148,42 \mu\text{M sulfato ferroso.g}^{-1}$ para a polpa de murici.

No método DPPH, todos os extratos diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$). Este método apresenta vantagens quando os antioxidantes analisados são mais solúveis em solventes orgânicos. O extrato aquoso mostrou possuir, significativamente, menor concentração inibitória (IC 50) do DPPH, mostrando maior efetividade na extração dos compostos antioxidantes. A atividade antioxidante da farinha de polpa de marolo, pelo método DPPH, foi inferior à de outros estudos, como o de Soquetta et al. (2016) para farinha de resíduo de kiwi (39,45), no extrato etanólico e por Vieira et al. (2011) para polpa de frutas como acerola (24,42) e caju (154,95), no extrato aquoso, porém foi superior quando comparada ao extrato aquoso de polpa de cajá (535,53) e goiaba (433,36).

A maior parte da atividade antioxidante da farinha de polpa de marolo apresentou-se no extrato aquoso, indicando a presença de compostos com alto potencial antioxidante neste extrato. Damiani et al. (2011) estudaram a atividade antioxidante de frutos do maroleiro e também encontraram maior potencial antioxidante para o extrato aquoso.

Os resultados dos parâmetros de cor L^* , a^* e b^* e propriedades tecnológicas da farinha da polpa de marolo estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros de cor e propriedades tecnológicas da farinha de polpa de marolo, oriundo do sudoeste do estado de Goiás - Brasil.

Parâmetro	Média ± DP (CV)
L	55 ± 1,02 (1,85)
a*	10,8 ± 0,21 (1,94)
b*	16,19 ± 0,51 (3,14)
Índice de absorção de água (%)	1,36±0,05 (3,6)
Índice de absorção de óleo (%)	1,24±0,09 (7,07)
Índice de solubilidade em água (%)	37,93±0,86 (2,27)
Atividade emulsificante (%)	82,96±513 (6,19)
Estabilidade da emulsão (%)	54,52±5,07 (9,29)
Capacidade espumante (%)	2 ± 0,00 (0,00)

Valores correspondentes às médias ±desvio padrão e coeficiente de variação de três repetições.

De acordo com Roesler et al. (2007), o marolo apresenta polpa pouco clara, com predominante coloração vermelho-amarelada, devido à presença dos carotenóides. Damiani et al. (2011) estudaram a coloração da polpa de marolo e encontraram resultados de 70,92 para L*, 2,17 para a* e 33,90 para b*. Fazendo-se comparação com a polpa, observa-se que a farinha apresentou valor de L* menor, ou seja, apresentou cor mais escura, o que já era esperado, em virtude do processo de secagem pela provável ocorrência da reação de Mailard e/ou caramelização. Todos os produtos desidratados apresentaram variação de coloração amarelada. A reação de Maillard ocorre quando os alimentos são aquecidos. Os parâmetros que afetam a reação de Maillard são, principalmente, proteínas, açúcares, temperatura e a duração do tratamento térmico (Chua et al., 2001). A caramelização, também, pode ter ocorrido uma vez que a fruta apresenta elevado nível de açúcares (12,38 g.100g⁻¹) (Damiani et al., 2011). Em produtos com alta concentração de açúcares redutores, esses ligam-se aos aminoácidos livres ou que estão compondo as cadeias proteicas, formando compostos escuros e, em pH abaixo de 5, surge um produto intermediário que sofre desidratação, originando o hidroximetilfurfural (HMF). Esse fato pode ter ocorrido durante o aquecimento no processo de secagem da polpa para a obtenção da farinha. Portanto, com o escurecimento da farinha, o valor de a* aumentou, gerando aumento da coloração vermelha e o valor de b* reduziu, levando a redução da coloração amarela.

As propriedades funcionais são particularidades físico-químicas dos alimentos que colaboram para que tenham as características desejadas pelo consumidor. Estas propriedades

refletem a completa interação entre a composição de aminoácidos, estrutura, conformação e propriedades físico-químicas das proteínas, além da interação destas com lipídios, carboidratos e outros componentes do alimento (Kinsella, 1976).

O valor encontrado para o índice de absorção de água da farinha da polpa de marolo foi de 1,36%, valor este inferior ao encontrado por Souza et al. (2008) para farinha de casca de maracujá (6,02%). De acordo com Costa et al. (2008) quanto maior a quantidade de proteínas e fibras, maior a absorção de água. Com base nessa teoria, é possível justificar o baixo valor encontrado para a absorção de água da farinha de polpa de marolo, que mesmo possuindo alto teor de fibras possui baixa quantidade de proteínas. A absorção de água é uma característica relacionada com a quantidade de hidratação e porosidade interna da amostra, disponibilidade de grupos hidrofílicos aptos a se ligarem às moléculas de água e capacidade de formação de gel das moléculas de amido (Filli e Nkama, 2007). Esta propriedade é importante em alimentos como bolos, pães e outros produtos de panificação.

A absorção de óleo da farinha da polpa de marolo foi de 1,24%. Este valor é semelhante ao encontrado por Trill et al. (2014) para o extrato do pó de tamarindo (1,35%). Segundo Ravi e Sushelamma (2005), a absorção de óleo consiste na capacidade de sítios apolares das cadeias de proteínas aprisionarem óleo. Desse modo, o teor e tipo de proteína presente na farinha determinam a capacidade de absorção de óleo dos alimentos. O conhecimento da capacidade de absorção de óleo de farinhas é importante para o desenvolvimento e determinação da estabilidade de armazenamento de novos produtos alimentícios, principalmente, em relação ao desenvolvimento de sabor característico de rancidez oxidativa (Siddiq et al., 2009). A propriedade de absorção de óleo é importante em produtos viscosos e produtos cárneos como salsicha e mortadela.

A solubilidade em água da farinha da polpa de marolo foi de 37,93%, valor este superior ao encontrado por Bezerra et al. (2013) para farinha de banana verde (1,22 a 1,92%). A solubilidade é uma propriedade físico-química fundamental das proteínas pela importância que exerce sobre as demais propriedades das proteínas nos alimentos. Em geral, a solubilidade da proteína é influenciada pela maior, ou melhor, afinidade das moléculas de proteínas pelo solvente, que no caso dos alimentos é a água, sendo este o motivo da solubilidade ser classificada como propriedade hidrofílica (Sgarbieri, 1996). Esta propriedade é importante para alimentos que requerem menores temperaturas para serem preparados, como alimentos instantâneos, líquidos e bebidas.

A farinha de polpa de marolo apresentou boa atividade emulsificante com 82,96%, indicando a adequação do uso como possível substituta de ingredientes em sistemas de

emulsão, tais como creme de leite, glacês, manteiga, queijo fundido, maionese, molho de salada, sobremesas congeladas e carne finamente moída do tipo utilizada em salsichas e outros embutidos (Cheftel et al., 1989). A propriedade emulsificante de uma farinha está relacionada com a propriedade interfásica das proteínas que a compõem e esta propriedade depende da capacidade que as moléculas de proteína possuem em formar uma película entre duas fases imiscíveis. Este resultado foi superior quando comparado ao valor encontrado por Goldmeyer et al. (2014) para farinha de bagaço de mirtilo (30%) e por Porte et al. (2011) para as farinha de semente de abóbora e mamão, sendo eles 48,06 e 48,14% respectivamente. A estabilidade da emulsão da farinha avaliada neste estudo foi de 54, 52% e no estudo de Porte et al. (2011) estes valores foram de 48,06 e 48,14% para as farinhas de semente abóbora e mamão, respectivamente.

A farinha de polpa de marolo demonstrou baixa capacidade espumante (2%), e não apresentou a capacidade de formar gel, apontando assim sua inequação em produtos que necessitem destas propriedades, como sorvetes, merengues e mousses.

4 Conclusão

A farinha, elaborada a partir da polpa de marolo, apresentou elevado teor de fibra alimentar com destaque para a fibra alimentar insolúvel, além de possuir atividade antioxidante, vitamina C, minerais como potássio, fósforo e cálcio, demonstrando, ainda, possuir importantes propriedades funcionais tecnológicas, como a solubilidade em água e a capacidade de formar emulsão.

Portanto, a farinha da polpa de marolo possui potencial para comercialização e utilização em produtos alimentícios com a finalidade de melhorar e enriquecer suas qualidades nutricionais e tecnológicas.

REFERÊNCIAS

- Abud, A. K. S. & Narain, N., 2009. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. *Brazilian Journal Food Technology*, Campinas, 12 (4), 257-265.
- Adam, A., Levrat-Verny, M. A., Lopez, H. W., Leuillet, M., Demigné, C., Rémésy, C., 2001. Whole wheat and triticale flours with differing viscosities stimulate cecal fermentations and lower plasma and hepatic lipids in rats. *Journal of Nutrition*, 131(6), 1770-1776.
- Almeida, S. P.; Agostini-Costa, T. S. & Silva, J. A., 2008. Frutas do Cerrado: Caracterização físico-química e potencial fonte de Nutrientes. In: Sano, S. M.; Almeida, S. P.; Ribeiro, J. F. *Cerrado, ecologia e flora*. Embrapa - Informação Tecnológica, Brasília.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. *Official methods of analysis*. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 3000p.
- Avidos, M. F. D., & Ferreira, L. T., 2005. Frutos do Cerrado - Preservação gera muitos frutos. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*. p.36-41.
<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio15/frutos.pdf>. (Acessado 16.04.2016)
- Bezerra, C. V., Amante, E. R., Oliveira, D. C., Rodrigues, A. M. C., Silva, L. H. M., 2013. Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed – Effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch. *Industrial Crops and Products*. 41, 241–249.
- Bligh, E. G. & Dyer, W. J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of biochemistry and physiology*, Ottawa, 37 (8), 911-917.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)., 2012. Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012. *Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes)*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.
- Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)., 2005. Resolução n. 263, de 22 de setembro de 2005. *Aprova regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)., 2005. Resolução RDC nº. 269, de 22 de setembro de 2005. *Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.

Chaves, M. da C. V., Gouveia, J. P.G., Almeida, F. A. C., Leite, J. C. A., 2004. Caracterização físico-química do suco de acerola. *Revista de Biologia e Ciência da Terra*, Paraíba, 4 (2), 1-10.

Cheftel, J. C., Cuq, J. L., Lorient, D., 1989. *Proteínas alimentares: bioquímica, propriedades funcionais, valor nutritivo e modificações químicas*. Zaragoza: Acribia. 339p.

Chua K. J., Mujumdar A. S., Hawlader M. N. A., Chou S. K., Ho J. C., 2001. Batch drying of banana pieces - effect of stepwise change in drying air temperature on drying kinetics and product colour. *Food Research International*, v.34, p. 721-731.

Coffmann, C. W, & Garcia, V. V., 1977. Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour. *Journal of Food Technology*, 12, 473-484.

Corrêa S. C., Clerici M. T. P. S., Garcia J. S., Ferreira E. B., Eberlin M. N., Azevedo L., 2011. Evaluation of dehydrated marolo (*Annona crassiflora*) flour and carpels by freeze-drying and convective hot-air drying. *Food Research International* 44, 2385–2390.

Costa, M. G., Souza, E.L., Stamford, T.L.M., Andra, S.A.C., 2008. Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28 (1), 220-225.

Damiani, C., Vilas Boas, E. V. B., Asquieri, E. R., Lage, M. E., Oliveira, R. A., Silva, F. A., Pinto, D. M., Rodrigues, L.J., Silva, E. P., Paula, N. R. R., 2011. Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(3), 723-729.

Ethur, E.M, Zanatta , C.L., & Schlabitiz , C., 2010. Avaliação físico-química e microbiológica de farinhas obtidas a partir de vegetais não conformes à comercialização. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, 21(3), 459-468.

Ferreira, D.F., 2010. *SISVAR - Sistema de análise de variância*. Versão 5.3. UFPA, Lavras.

Filli, K. B. & Nkama, I., 2007. Hydration properties of extruded fura from millet and legumes. *British Food Journal*, Cambridge, 109, 68-80.

Goldmeyer, B., Penna, N. G., Melo, A., Rosa, C. S., 2014. Características físico-químicas e propriedades funcionais tecnológicas do bagaço de mirtilo fermentado e suas farinhas. *Revista Brasileira de Fruticultura* [online], 36(4), 980-987.

Higby, W. K., 1962. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. *Journal of Food Science*, Chicago, 27(1), 42-49.

Institute of Medicine (IOM). *Dietary Reference Intakes: Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, D.C., National Academies Press; 2005.

Kinsella, J. E., 1976. Functional properties of proteins in food: a survey. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Boca Ranton, 7, 219-280.

Kuskoski, E. M., Asuero, A. G., Troncoso, A. M., Mancini-Filho, J., Fett, R., 2005. Aplicacion de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 25 (40), 726-732.

Leonel, M., Cereda, M. P., & Roau, X., 1999. Aproveitamento do resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte de fibras dietética. *Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 19(2), 241-245.

Malavolta, E., Vitti, G. C. & Oliveira, S. A., 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. (2th Ed). Piracicaba: Potafos, 319p.

Merrill, A. L. & Watt, B. K., 1973. *Energy value of foods: basis and derivation*. DC: United States Department of Agriculture, Washington.

Mizubuti, I. Y., Biondo Jr, O., Souza, W. O., Silva, R. S. S., Ida, E. I., 2000. Propriedades funcionais da farinha e concentrado protéico de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, Caracas, 50, 274 – 280.

Morais, M. L., Silva, A. C. R., Araújo, C. R. R., Esteves, E. A., Dessimoni-Pinto, N. A. V., 2013. Determinação do potencial antioxidante in vitro de frutos do cerrado brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*. Jaboticabal, 35(2), 355-360.

Munhoz, C. L., Sanjinez-Argandona, E. J., & Soares-Junior, M. S., 2010. Extração de pectina de goiaba desidratada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* [online], 30(1), 119-125.

Okezie, B. O. & Bello, A. B., 1988. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. *Journal of Food Science*, 53, 450-454.
Porte, A., Silva, E. F., Almeida, V. D. S., Silva, T. X., Porte, L. H. M., 2011. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucurbita* sp). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, 13(1), 91-96.

Ravi, R. & Suselamma, N. S., 2005. Simultaneous optimization of a multi-response system by desirability function analysis of boondi making: A case study. *Journal of Food Science*, Chicago, 70, 539-547.

Roesler, R., Malta, L. G., & Carrasco, L. C., 2007. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 27(1), 53-60.

Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Morais, S. M., Sampaio, C. G., Jimenez, J. P., Calixto, F. D. S., 2006. Metodologia Científica: *Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP)*. Comunicado Técnico Online Embrapa 125. Fortaleza, CE.

Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Morais, S. M., Sampaio, C. G., Jimenez, J. P., Calixto, F. D. S., 2007. Metodologia Científica: *Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH*. Comunicado Técnico Online Embrapa 127. Fortaleza, CE.

Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Morais, S. M., Sampaio, C. G., Jimenez, J. P., Calixto, F. D. S., 2007. Metodologia Científica: *Determinação Da Atividade Antioxidante Total Em Frutas pela captura do radical livre ABTS+*. Comunicado Técnico Online Embrapa 128. Fortaleza, CE.

Sgarbieri, V. C., 1996. *Proteínas em alimentos protéicos propriedades, degradações e modificações*. São Paulo: Varela.

Siddiq, M., Ravi, R., Harte, J. B., Dolan, K. D., 2009. Physical and functional characteristics of selected dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *LWT – Food Science and Technology*, Londres, 43, 232-237.

Silva, E.P., Siqueira, H.H., Do Lago, R.C., Rosell, C.M., Vilas Boas, E.V., 2014. Developing fruit-based nutritious snack bars *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 52–56.

Souza, M. W. S., Ferreira, T. B. O., & Vieira, I. F. R. (2008). Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. *Alimentos e Nutrição*, 19, 33-36.

Soquetta, M. B., Stefanello, F. S., Huerta, K. M., Monteiro, S. M., Rosa, C. S., Terra, N. N., 2016. Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). *Food Chemistry*, 199, 471–478.

Strohecker, R.; Henning, H.M., 1967. *Análises de vitaminas: métodos comprovados*, Madrid: Paz Montolvo, 428 p.

Schwartz, H., Ollilainen, V., Piironen, V., Lampi, A. M., 2008. Tocopherol, tocotrienol and plant sterol contents of vegetable oils and industrial fats. *Journal of Food Composition and Analysis*. 21(2), 152-161.

Telles, M. P. C., Valva, F. D., Bandeira, L. F., Coelho, A. G., 2003. Caracterização genética de populações naturais de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart. – Annonaceae) no Estado de Goiás. *Revista Brasileira de Botânica*, 26(1), 123-129.

Troller J. A., 1980. Influência da atividade de água em microrganismos em alimentos. *Food Technology*, 34, 76-82.

Trill, U., Fernández-López, J., Álvarez, J. A. P., Viuda-Martos, M., 2014. Chemical, physicochemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of rich-fibre powder extract obtained from tamarind (*Tamarindus indica* L.). *Industrial Crops and Products*, 55, 155-162.

Trumbo, P. R., & Ellwood, K. C. A., 2006. Lutein and zeaxanthin intakes and risk of age-related macular degeneration and cataracts: an evaluation using the Food and Drug Administration's evidence-based review system for health claims. *American Journal of Clinical Nutrition*, 84(5), 971-974.

Vieira, L. M., Sousa, M. S. B., Mancini-Filho, J., Lima, A., 2011. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 33(3), 888-897.

Villela, P., Batista, Â. G., & Dessimoni-Pinto, N. A. V., 2013. Nutritional composition of *Annona crassiflora* pulp and acceptability of bakery products prepared with its flour. *Food Science and Technology*, Campinas [online], 33(3), 417-423.

Yasumatsu, K., Sawada, K., Moritaka, S., Misaki, M., Toda, J., Wada, T., Ishii, K., 1972. Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agricultural and Biological Chemistry*, 36, 719-72.

CAPÍTULO 3

6 EFEITO DA ADIÇÃO DE FARINHA DA POLPA DE MAROLO (*Annona Crassiflora Mart.*) EM BARRAS ALIMENTÍCIAS

SILVA, J. S. Efeito da adição de farinha de polpa de Marolo (*Annona crassiflora* Mart.) em barras alimentícias. In: _____. **Barras Alimentícias com Farinha de Polpa de Marolo (*Annona crassiflora* Mart.): caracterização e vida útil**. Capítulo 3, p. 66-98. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Goiás, GO.

RESUMO

Devido à crescente demanda dos consumidores por alimentos saudáveis, tentativas estão sendo feitas para melhorar os valores nutricionais destes. Logo, vê-se a necessidade de se desenvolver barras alimentícias, enriquecidas com fibras alimentares e componentes nutritivos palatáveis. O objetivo deste estudo foi avaliar a vida útil de barras alimentícias, elaboradas com diferentes proporções de farinha de polpa de marolo (20, 30, 40 e 50% em substituição à aveia integral), durante o período de seis meses, por meio de análises físicas, nutricionais, bem como a aceitação sensorial. O teor de fibra alimentar apresentou médias de 4,1 g.100g⁻¹ para fibra alimentar insolúvel, 3 g.100g⁻¹ para fibra alimentar solúvel e 7,1 g.100g⁻¹ para fibra alimentar total. Para o teor de vitamina C e carotenóides totais, foi observado aumento significativo de acordo com o aumento na concentração de farinha de polpa de marolo, o maior valor encontrado para vitamina C foi para a formulação com 50% de farinha de polpa de marolo, com 106,29 mg.100g⁻¹. Verificou-se que a farinha da polpa de marolo aumentou significativamente o teor de Potássio, cálcio e magnésio nas barras alimentícias produzidas. A atividade antioxidante teve aumento significativo com o aumento da concentração de farinha de polpa de marolo. Na análise sensorial, a barra alimentícia com adição de 50% de farinha de polpa de marolo apresentou médias superiores para todos os atributos avaliados, sendo a preferida pelos julgadores.

Palavras-chave: Barras alimentícias, marolo, carotenóides, atividade antioxidante, perfil de textura.

ABSTRACT

Due to increasing consumer demand for healthy foods, attempts are being made to improve their nutritional value. Thus, there is a necessity to develop food bars enriched with dietary fiber, nutritious and palatable components. The aim of this study was to evaluate the shelf life of food bars, prepared with different proportions of marolo pulp flour (20, 30, 40 and 50% replacement of oatmeal) during a period of six months, through nutritional and physical analysis, as well as sensory acceptance. The dietary fiber content showed an average of 4.1 g.100g⁻¹ for insoluble dietary fiber, 3 g.100g⁻¹ for soluble dietary fiber and 7.1 g.100g⁻¹ for total dietary fiber. There was a significant increase in total vitamin C and carotenoids content according to increasing concentration of marolo pulp flour, the largest value for vitamin C being found in the formulation with 50% marolo pulp flour, with 106.29 mg.100g⁻¹. It was found that the marolo pulp flour significantly increased the potassium, calcium and magnesium content in the food bars produced. The antioxidant activity increased significantly with increasing concentration of marolo pulp flour. In sensory evaluation, the food bar with addition of 50% marolo pulp flour showed higher averages for all evaluated attributes, and was the favorite by the evaluators.

Keywords: food bars, marolo, carotenoids, antioxidant activity, texture profile.

6.1 Introdução

O Brasil é um país com enorme biodiversidade, tendo o Cerrado como o segundo maior bioma, com muitas espécies nativas que produzem frutos com excelente potencial nutricional, sensorial e funcional. No entanto, a maioria desses frutos permanece pouco explorada cientificamente (Lima et al., 2015).

O marolo (*Annona Crassiflora* Mart.) é um fruto típico do Cerrado brasileiro e está entre as 20 espécies mais utilizadas na alimentação regional (Cavalcante et al., 2008). Silva et al. (2014) determinaram as características físicas e químicas da farinha de marolo e encontraram 29,2 g.kg⁻¹ de proteína, 48,3 g.kg⁻¹ de lipídeos e 174,3 g.kg⁻¹ de fibra dietética, além de 1830,6 mg.kg⁻¹ de vitamina C.

As fibras constituem a porção comestível de vegetais resistentes à digestão e a absorção no intestino delgado, desempenhando importante papel no esvaziamento gástrico e o controle do peristaltismo. Cumprem importante função na nutrição, promovendo efeitos benéficos para saúde, podendo retardar o estabelecimento de doenças crônico-degenerativas e melhorando a qualidade de vida das pessoas (Galisa et al., 2007).

Devido à crescente demanda dos consumidores por alimentos saudáveis, tentativas estão sendo feitas para melhorar os valores nutricionais de alimentos, como as barras de cereais (Gray et al., 2003). O consumo desse tipo de alimento apresenta crescimento constante, devido à sua praticidade que, com a mudança no estilo de vida da população, tornou-se característica importante para a escolha de um alimento.

O mercado de barras de cereais e alimentos associados a produtos saudáveis tem levado a indústria a diversificar a variedade de sabores e atributos, como produtos fortificados com nutrientes; produtos desenvolvidos para um grupo de população específica ou ainda com novas características que tragam benefícios para saúde (Sampaio et al., 2009). O número de consumidores de produtos saudáveis aumenta, o mercado melhora e modifica as formulações para tornar os “snack foods” uma composição nutritiva (Waterhouse et al., 2010).

Diante do exposto, vê-se a necessidade de se desenvolver barras alimentícias enriquecidas com fibras alimentares e componentes nutritivos e palatáveis. Logo, o objetivo deste estudo foi avaliar a vida útil de barras alimentícias, produzidas com farinha da polpa de marolo, em diferentes concentrações, durante o período de 6 meses, por meio de análises físicas, nutricionais, atividade antioxidante bem como sua aceitação sensorial.

6.2 Material e métodos

Para a condução do estudo, frutos do maroleiro (*Annona crassiflora* Mart) foram adquiridos por vendedores locais na área do Cerrado nativo do sudoeste do estado de Goiás - Brazil. Os demais ingredientes, para o desenvolvimento das barras alimentícias, foram recebidos como doação pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos - ITAL.

6.2.1 Preparação da Farinha de Polpa de Marolo

Os frutos foram lavados e higienizados com solução de hipoclorito de sódio a 300 ppm por 30 min. A polpa foi separada da semente, utilizando despulpador Hauber Macanuda (modelo MJI-05). A polpa foi desidratada a 65° C, durante 48 horas em estufa com circulação de ar forçado, até umidade final de 7% e em seguida, a polpa foi moída em misturador industrial, para a obtenção da farinha, que foi posteriormente armazenada em freezer a temperatura de -4°C.

6.2.2 Processamento das Barras Alimentícias

O desenvolvimento das barras alimentícias (Figura 3) foi realizado no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Campinas - Brasil. As barras tiveram formulação de base composta por ingredientes secos (farinha da polpa de marolo, flocos de arroz e aveia integral) e aglutinantes (lecitina de soja, xarope de glicose, gordura vegetal, sorbitol, maltodextrina, goma acácia, sal, água e açúcar), apresentados na Tabela 4. Os ingredientes secos e os aglutinantes foram homogeneizados, separadamente, e estes últimos levados ao tacho misturador até o ponto de calda, quando então, foram adicionados os ingredientes secos. A massa foi disposta em mesa laminadora e, após resfriamento, foram modeladas as barras, cortando a massa em pedaços uniformes de aproximadamente 30g, com auxílio de liras, embaladas, etiquetadas e armazenadas à temperatura ambiente em lugar seco e arejado, até a realização das análises nutricionais, físicas, microbiológicas e sensorial.

Tabela 4. Formulações das barras alimentícias produzidas com farinha de polpa de marolo oriundo do sudoeste do estado de Goiás - Brasil.

INGREDIENTES	FORMULAÇÕES (g.100g ⁻¹)				
	F1 (Controle)	F2 (20%)	F3 (30%)	F4 (40%)	F5 (50%)
Flocos de Arroz	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9
Aveia integral	24,1	19,28	16,87	14,46	12,05
Farinha de marolo	0	4,82	7,23	9,64	12,05
Sorbitol	5	5	5	5	5
Sal	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Açúcar mascavo	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Lecitina de Soja	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Xarope de Glicose	28,79	28,79	28,79	28,79	28,79
Gordura Vegetal	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58
Goma acácia	2,99	2,99	2,99	2,99	2,99
Água	12,34	12,34	12,34	12,34	12,34
Maltodextrina	2	2	2	2	2
TOTAL	100	100	100	100	100

F1 – Barra alimentícia Controle.

F2, F3, F4 e F5 - Barras alimentícias elaboradas com farinha de marolo com 20, 30, 40 e 50% respectivamente, em substituição à aveia integral.

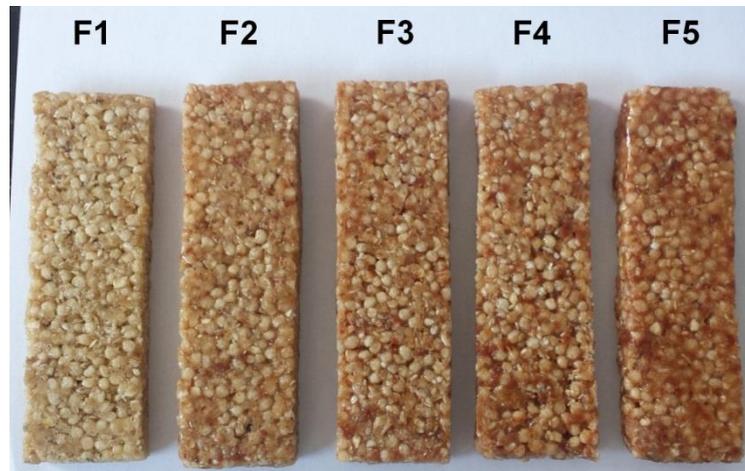


Figura 3. Barras alimentícias com farinha de polpa de marolo em diferentes concentrações.

F1 – Barra alimentícia Controle.

F2, F3, F4 e F5 - Barras alimentícias elaboradas com farinha de marolo com 20, 30, 40 e 50% respectivamente, em substituição à aveia integral.

6.2.3 Análises físicas, nutricionais e microbiológicas

As análises foram realizadas no Laboratório de Físico-Química e no LABMULTI, do Setor de Engenharia de Alimentos, da Escola de Agronomia; no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos (Faculdade de Farmácia); no Laboratório de Controle Higiênico-Sanitário de Alimentos (Faculdade de Nutrição), localizados na Universidade Federal de Goiás – UFG - Brasil; e no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos, da Universidade Federal de Lavras – UFLA - Brasil. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

As análises de composição proximal das barras alimentícias (umidade, cinzas, lipídeos totais, proteínas, fibra alimentar e carboidratos) foram realizadas apenas nos tempos 0 e 6.

6.2.3.1 Composição proximal

A composição proximal foi realizada conforme métodos propostos pelas AOAC (2012), com exceção do teor de lipídeos totais que seguiu diretrizes determinadas por Bligh e Dyer (1959). O teor de umidade foi determinado por secagem em estufa à 105°C, até peso constante. A determinação de cinzas foi realizada pelo método gravimétrico de incineração, em forno mufla a 550°C. O teor de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl, considerando-se o fator de conversão para proteína de 6,25. O método para determinação do teor de lipídeos totais se baseou na mistura de três solventes: água, metanol e clorofórmio. As fibras solúveis e insolúveis foram determinadas por método gravimétrico-enzimático com utilização de enzimas (α -amilase, protease e amiloglicosidase). O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença, por meio da equação 10. Os resultados das análises de composição proximal foram expressos em $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

$$\text{Carboidratos} = 100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídios}) \text{ (Equação 10)}$$

6.2.3.2 Valor energético total

O valor energético total foi calculado por meio da utilização dos coeficientes de ATWATER (carboidratos = 4,0 Kcal/g; lipídeos = 9,0 Kcal/g; proteínas = 4,0 Kcal/g) (Merrill e Watt, 1973).

6.2.3.3 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis foi determinado por meio da leitura dos graus Brix da amostra em refratômetro digital (AR 200), de acordo com método proposto pela AOAC (2012).

6.2.3.4 Potencial hidrogeniônico (pH)

A determinação do pH foi realizada, utilizando-se potenciômetro digital (TEC-3MPp). O aparelho foi calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0 , em seguida, realizou-se a leitura do pH segundo metodologia proposta pela AOAC (2012).

6.2.3.5 Acidez titulável

A acidez titulável foi determinada pela titulação, com solução de hidróxido de sódio (NAOH) 0,1N, conforme a AOAC (2012).

6.2.3.6 Atividade de água

A atividade de água foi determinada, utilizando-se aparelho Aqualab (Aqualab CX-2), à temperatura de 25°C.

6.2.3.7 Minerais

A determinação dos minerais, cálcio, magnésio, fósforo, cobre, ferro, manganês e zinco, foi realizada pelo método da digestão nitroperclórica de acordo com metodologia proposta por Malavolta et al. (1997).

6.2.3.8 Vitamina C

A vitamina C total foi determinada pelo método da dinitrofenilhidrazina (2,4 – DNPH), conforme Strohecker e Henning (1967). A vitamina C foi extraída com ácido oxálico 0,5%, sob agitação e, após filtração, foi realizada o doseamento no extrato, empregando-se o 2,4-dinitrofenilhidrazina e usando-se o ácido ascórbico como padrão. A quantificação foi realizada a 520 nm e os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de amostra.

6.2.3.9 Carotenóides totais

A extração foi efetuada de acordo com Higby (1962), utilizando solução extratora de álcool isopropílico:hexano (3:1). As leituras foram feitas a 450 nm e os resultados expressos em $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

6.2.3.10 Atividade Antioxidante

6.2.3.10.1 Obtenção e preparo dos extratos

Os extratos etéreo, alcoólico e aquoso, foram preparados consecutivamente, onde foram pesados 2,5g de amostra com 50mL de éter etílico, agitando em temperatura ambiente durante 1 hora. A solução foi filtrada com auxílio de papel filtro, o volume foi completado para 50mL com éter etílico. O resíduo restante foi submetido à secagem, à 45°C por 1 hora, para ser utilizado na extração do extrato alcoólico. Adicionou-se álcool etílico absoluto ao resíduo na proporção 1:20 (p/v), seguido por agitação, filtração com os mesmos procedimentos realizados para o extrato etéreo. O volume foi completado conforme o volume inicial de álcool etílico absoluto. Para o extrato aquoso, adicionou-se água destilada na proporção 1:20 (p/v) no resíduo seco à 45°C por 1 hora, seguido por agitação, filtração com os mesmos procedimentos realizados para o extrato etéreo e etanólico. O volume foi completado conforme o volume inicial de água destilada. Os extratos, etéreo, etanólico e aquoso, foram armazenados em freezer à -18°C e utilizados para análises de atividade antioxidante pelos métodos ABTS, FRAP e DPPH.

6.2.3.10.2 ABTS

A atividade antioxidante pelo método ABTS⁺ [2,2-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] foi realizada conforme a metodologia descrita por Rufino et al. (2007). A leitura foi realizada a 734nm, e o etanol foi utilizado como branco. Como referência, utilizou-se o Trolox, nas concentrações de 100-2000 μM . Os resultados foram expressos em μM trolox. g^{-1} amostra (atividade antioxidante equivalente ao Trolox).

6.2.3.10.3 FRAP

A metodologia do poder redutor dos íons de ferro foi realizada como descrito por Rufino et al. (2006). Construiu-se a curva padrão com soluções de sulfato ferroso, nas concentrações de 500 a 2000 μM . As absorbâncias das amostras foram lidas a 595nm e os resultados foram expressos em μM de sulfato ferroso por g de amostra.

6.2.3.10.4 DPPH

A atividade antioxidante foi fundamentada na extinção da absorção do radical 2,2 – difinil-1-picril hidrazil (DPPH 60 µM), de acordo Rufino et al. (2007) a um comprimento de onda de 517nm. Os resultados foram expressos na quantidade de antioxidante necessária para decrescer a concentração inicial de DPPH em 50% (Equação 11).

$$IC\ 50 = \frac{50\% * 200\ \mu g}{\% \text{ de descoloração}} \text{ (Equação 11)}$$

$$\% \text{ descoloração DPPH} = \left(1 - \left(\frac{ABS\ amostra - ABS\ branco\ amostra}{ABS\ branco\ ensaio\ DPPH} \right) \right) * 100 \text{ (Equação 12)}$$

6.2.3.11 Coloração

A determinação da coloração foi realizada por meio da leitura de três pontos da amostra, com dez repetições, por meio da leitura de três parâmetros definidos pelo sistema CIELAB. Os parâmetros L*, a* e b*, fornecidos pelo colorímetro (Hunterlab, ColorQuest II) foram lidos, no qual L* define quão clara ou escura é a amostra (L* = 0 preto e L*= 100 branco) e a* e b* definem a cromaticidade (+a* vermelho e –a* verde, +b* amarelo e –b* azul). O Chroma (C) e valores de ângulo de tonalidade (h°) foram calculados como descrito por Minolta (1994). O valor de Chroma foi calculado como mostrado na Equação (13), e o ângulo de saturação, tal como mostrado na Equação (14).

$$\text{Chroma (C)} = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2} \text{ (Equação 13)}$$

$$\hat{\text{Ângulo Hue (°h)}} = \tan^{-1} (b^* / a^*) \text{ (Equação 14)}$$

6.2.3.12 Análise do perfil de textura

Análise do Perfil de Textura – TPA modificado (Kim et al., 2009) foi realizada em texturômetro TA-XT Plus (Stable Micro Systems), utilizando-se sonda cilíndrica de alumínio com 20mm de diâmetro, velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 1 mm/s e compressão de 50 % da amostra. Com os dados gerados pelo programa “Texture Expert”, foram calculados os parâmetros coesividade, elasticidade e mastigabilidade. A análise da força de cisalhamento foi determinada, utilizando lâmina HDP BSK/set. O equipamento operou nas seguintes

condições: velocidade de pré-teste, teste e pós-teste de 1 mm/s, com deformação de 150%. Cada amostra foi analisada, separadamente, com 3 repetições.

6.2.3.13 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas, realizadas nas barras alimentícias, seguiram diretrizes gerais da Resolução – RDC n. 12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, as quais abrangem: Coliformes a 45°C, *Bacillus cereus* e *Salmonella* sp. Os métodos foram recomendados pela American Public Health Association (APHA, 2001).

6.2.3.14 Análise Sensorial

A avaliação sensorial das barras alimentícias foi realizada com 120 voluntários de consumo habitual desse produto. Foram avaliados aparência, aroma, sabor e textura em escala hedônica de nove pontos (Meilgaard, 1991). Atributos foram pontuados em escala que variava de 9 = 'gostei muitíssimo' até 1 = 'desgostei muitíssimo'. As amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos, e servidas em ordem aleatória, utilizando água entre uma amostra e outra.

6.2.4 Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em fatorial 5 x 6, sendo 5 níveis do fator farinha de polpa de marolo e 6 níveis do fator armazenamento, com três repetições. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2010). Após análise de variância, os modelos de regressões polinomiais foram selecionados com base na significância do teste Tukey, com 5% de probabilidade, de cada modelo testado e, também, pelo coeficiente de determinação. As análises de composição proximal, foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para a variável formulação e teste t a 5% de probabilidade para a variável tempo.

6.3 Resultados e discussão

Os dados da composição proximal das barras alimentícias com farinha da polpa de marolo estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Composição proximal (base úmida) de barras alimentícias com farinha de marolo oriundo do sudoeste do Estado de Goiás – Brasil.

PARÂMETRO	TEMPO	FORMULAÇÃO				
		F1 Controle	F2 (20%)	F3 (30%)	F4 (40%)	F5 (50%)
Umidade (g.100g ⁻¹)	0	8,81 ^{Aa} ± 0,54	8,31 ^{Aa} ± 0,04	7,94 ^{Aa} ± 0,37	7,26 ^{Aa} ± 0,33	8,44 ^{Aa} ± 0,03
	6	9,65 ^{Aa} ± 0,68	9,45 ^{Aa} ± 0,33	9,14 ^{Aa} ± 0,38	9,47 ^{Ab} ± 2,3	9,04 ^{Aa} ± 0,18
Cinzas (g.100g ⁻¹)	0	1,22 ^{Aa} ± 0,05	1,39 ^{Aa} ± 0,15	1,34 ^{Aa} ± 0,04	1,21 ^{Aa} ± 0,18	1,44 ^{Aa} ± 0,13
	6	1,19 ^{Aa} ± 0,13	1,37 ^{Aa} ± 0,26	1,28 ^{Aa} ± 0,24	1,29 ^{Aa} ± 0,26	1,36 ^{Aa} ± 0,23
Lipídeos totais (g.100g ⁻¹)	0	7,15 ^{Aa} ± 0,20	7,36 ^{Aa} ± 0,11	7,37 ^{Aa} ± 0,33	7,40 ^{Aa} ± 1,14	7,93 ^{Aa} ± 0,42
	6	6,71 ^{Aa} ± 0,03	7,55 ^{Aa} ± 1,54	7,34 ^{Aa} ± 0,97	7,18 ^{Aa} ± 0,62	7,26 ^{Aa} ± 0,40
Proteínas (g.100g ⁻¹)	0	7,06 ^{Aa} ± 0,09	6,49 ^{Ba} ± 0,13	5,68 ^{Ca} ± 0,10	6,04 ^{Ca} ± 0,54	5,73 ^{Ca} ± 0,11
	6	6,44 ^{Ab} ± 0,06	5,42 ^{Bb} ± 0,03	5,25 ^{Bb} ± 0,12	5,01 ^{Bb} ± 0,10	4,25 ^{Cb} ± 0,10
Fibra alimentar insolúvel (g.100g ⁻¹)	0	3,78 ^{Aa} ± 2,36	4,25 ^{Aa} ± 2,18	4,64 ^{Aa} ± 1,69	4,80 ^{Aa} ± 1,80	4,70 ^{Aa} ± 3,19
	6	2,45 ^{Aa} ± 3,54	3,28 ^{Aa} ± 1,60	3,79 ^{Aa} ± 3,19	5,15 ^{Aa} ± 2,81	4,53 ^{Aa} ± 1,84
Fibra alimentar solúvel (g.100g ⁻¹)	0	3,04 ^{Aa} ± 0,71	3,02 ^{Aa} ± 0,82	3,41 ^{Aa} ± 1,50	3,17 ^{Aa} ± 0,00	3,78 ^{Aa} ± 0,85
	6	2,78 ^{Aa} ± 0,25	2,79 ^{Aa} ± 0,95	2,73 ^{Aa} ± 0,14	3,08 ^{Aa} ± 0,76	2,33 ^{Aa} ± 0,19
Fibra alimentar total (g.100g ⁻¹)	0	6,83 ^{Aa} ± 3,08	7,28 ^{Aa} ± 2,99	8,05 ^{Aa} ± 3,20	7,97 ^{Aa} ± 1,80	8,49 ^{Aa} ± 4,04
	6	5,24 ^{Aa} ± 3,79	6,08 ^{Aa} ± 2,55	6,51 ^{Aa} ± 3,05	8,23 ^{Aa} ± 3,57	6,87 ^{Aa} ± 1,65
Carboidratos (g.100g ⁻¹)	0	75,76 ^{Aa} ± 0,27	76,45 ^{Aa} ± 0,15	77,67 ^{Aa} ± 0,28	78,09 ^{Aa} ± 0,57	76,47 ^{Aa} ± 0,25
	6	76,01 ^{Aa} ± 0,14	76,22 ^{Aa} ± 1,72	76,99 ^{Aa} ± 1,19	77,05 ^{Aa} ± 0,36	78,09 ^{Aa} ± 0,25
Valor energético (Kcal.100g ⁻¹)	0	395,64 ^{Aa} ± 0,85	398,00 ^{Aa} ± 0,81	399,73 ^{Aa} ± 1,76	403,12 ^{Aa} ± 5,73	400,12 ^{Aa} ± 2,50
	6	390,21 ^{Aa} ± 0,77	394,47 ^{Aa} ± 7,50	395,02 ^{Aa} ± 4,56	392,86 ^{Ab} ± 3,10	394,71 ^{Aa} ± 2,82

Os valores correspondem às médias ± desvio padrão de três repetições. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

F1 – Barra alimentícia Controle.

F2, F3, F4 e F5 - Barras alimentícias elaboradas com farinha de marolo com 20, 30, 40 e 50% respectivamente, em substituição à aveia integral.

O teor de umidade das barras alimentícias apresentou média de 8,7 g.100g⁻¹, e não foi influenciado significativamente pelas diferentes formulações. Durante o armazenamento de 6 meses, houve aumento significativo da umidade apenas para a formulação F4. De acordo com Coultate (2004), quando dois ou mais ingredientes são colocados juntos em um ambiente impermeável, como são as barras alimentícias, ocorre troca de umidade entre eles, alterando as propriedades biológicas, químicas e físicas do produto. As alterações no teor de umidade

podem ser explicadas, principalmente, pela heterogeneidade dos ingredientes utilizados na elaboração dessas barras alimentícias. A legislação brasileira (Brasil, 2005) estabelece limites de umidade para produtos a base de cereais de 15%. Todas as formulações avaliadas, neste estudo, apresentaram valores de umidade inferiores ao estabelecido por esta legislação. Altos teores de umidade favorecem reações indesejáveis, como o escurecimento não enzimático e o crescimento microbiano. Além disso, umidades elevadas reduzem a crocância, atributo sensorial característico das barras de cereais. Quando trata-se de cereais, a crocância indica frescor e qualidade do produto e sua perda, caracterizada pelo amolecimento, é uma das causas de rejeição de consumo (Escobar et al., 1998; Slade e Levine, 1991; Takeuchi e Sabadini, 2005).

O teor de cinzas apresentou média de $1,3 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ e não apresentou diferença significativa entre as diferentes formulações e durante o armazenamento de 6 meses. Os teores de cinzas assemelharam-se aos encontrados na literatura para barras de cereais, cujos valores, em $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, foram de 1,13 (Brito et al., 2004); 1,40 a 1,61 (Dutcosky et al., 2006); 1,15 a 1,38 (Guimarães e Silva, 2009).

O teor de lipídeos totais teve média de $7,3 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, e não apresentou diferença significativa entre as diferentes formulações e durante o armazenamento. Munhoz et. al (2014) estudaram barras de cereais com bocaiuva e encontraram teor de lipídios superior, que variou de 12,31 a 13,55 $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Silva et al. (2014), também, estudaram barras de cereais com farinha de polpa de marolo e, para o teor de lipídios, encontraram valores inferiores, que variaram de 2,12 a 2,6 $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Esta diferença pode ser explicada, principalmente, pela composição e quantidade dos ingredientes utilizados na elaboração das barras alimentícias.

O teor de proteínas variou de 5,68 a 7,06 $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ no tempo 0 e sofreu redução significativa com o aumento da concentração de farinha de polpa de marolo até a formulação F3, o que justifica-se pelo maior teor de proteínas presentes na aveia integral ($13,29 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de acordo com Fujita e Figueroa (2003), em relação a farinha da polpa de marolo ($2,92 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) (Silva et al., 2014). Durante o armazenamento de 6 meses, o teor de proteínas apresentou redução significativa em todas as formulações estudadas, o que pode ser justificado, possivelmente, pela ocorrência da reação de Maillard durante o armazenamento. A reação de Maillard pode ocorrer durante o processamento térmico e/ou armazenamento prolongado de alimentos que contêm proteínas e açúcares redutores (Nunes e Batista, 2001). Em comparação a outros estudos, o teor de proteína das barras alimentícias foi semelhante ao encontrado por Silva et al. (2014), para barras de cereais com farinha de marolo que variou de 6,12 a 7,25

$\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ e por Munhoz et al. (2014), para barra de cereais com bocaiuva com variação de 7,69 a $8,33 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

As diferentes formulações e o armazenamento de 6 meses não interferiram significativamente no teor de fibra alimentar das barras alimentícias. O teor de fibra alimentar apresentou médias de $4,1 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ para fibra alimentar insolúvel, $3 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ para fibra alimentar solúvel e $7,1 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ para fibra alimentar total, o que corresponde a 18,68% da ingestão diária recomendada de fibra alimentar total para homens e 28,4% para mulheres, ambos com idade entre 19 a 50 anos (IOM, 2005). De acordo com a Resolução nº54 (Brasil, 2012), para um produto ser considerado “rico” em fibras, é necessário que sua formulação contenha 6 g de fibras em 100g, para alimentos sólidos. Portanto, as barras alimentícias avaliadas neste estudo podem ser consideradas como alimento rico em fibras. Vários são os benefícios fisiológicos relacionados ao consumo de fibras alimentares, entre eles podem ser listados a redução do risco de síndrome do intestino irritável, diverticulose, câncer de cólon, efeito de saciedade (servindo como tratamento auxiliar no controle da obesidade), controle dos níveis de açúcar e colesterol no sangue, aumento do bolo fecal, melhoria do trânsito intestinal, normalização da microflora intestinal, entre outros (Araujo et al., 2009).

O teor de carboidratos totais apresentou média de $76,88 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Este parâmetro não apresentou diferença significativa nas diferentes formulações e durante o armazenamento de 6 meses. O conteúdo de carboidratos totais foi o nutriente em maior concentração, devido ao alto percentual de cereais, seguido pelo xarope de glicose, utilizados nas formulações das barras alimentícias. Silva et al. (2014) em seu estudo encontrou valores semelhantes variando de 79,7 a $80,8 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ para os carboidratos totais de barras de cereais com farinha de marolo.

O valor energético apresentou média de $396,4 \text{ kcal}\cdot 100\text{g}^{-1}$ e não foi influenciado significativamente pelas diferentes formulações e durante o armazenamento de 6 meses. Valores inferiores foram encontrados por Dutcosky et al. (2006) onde relataram valores entre 291,24 a $364,36 \text{ kcal}\cdot 100\text{g}^{-1}$ para o valor energético de barras adicionadas de prebióticos e por Guimarães e Silva (2009) que reportaram valor energético de 349,61 a $358,77 \text{ kcal}\cdot 100\text{g}^{-1}$ para barras alimentícias com murici passa. Esta diferença, possivelmente, ocorre pela composição e quantidade de ingredientes utilizados em cada formulação de barra alimentícia, sobretudo na quantidade e diversificação dos cereais e quantidade de xarope de glicose.

Os resultados das análises de atividade de água, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, vitamina C e carotenóides totais das barras alimentícias durante o armazenamento de 6 meses são apresentados na Figura 4.

O teor de sólidos solúveis, acidez titulável, pH, vitamina C e carotenóides totais foram influenciados, significativamente ($p < 0,05$), pela interação entre os fatores formulação (F1, F2, F3, F4 e F5) e tempo de armazenamento. A atividade de água apresentou diferença significativa apenas nos fatores isolados, formulação e tempo (Figura 4).

Os resultados para a atividade de água variaram de 0,57 a 0,62 para F1, de 0,55 a 0,60 para F2, de 0,54 a 0,57 para F3, de 0,50 a 0,55 para F4 e de 0,54 a 0,58 para F5. Estes valores estão abaixo de 0,65 e indicam segurança alimentar. Para qualquer tipo de bactéria, o valor mínimo de A_w requerido para crescimento é de 0,75, enquanto que as leveduras osmófilas (que resistem ao meio com alta concentração de açúcar) e os fungos xerófilos (que sobrevivem em meio com pouca água) são capazes de se desenvolver em A_w de 0,61 a 0,65, respectivamente, usando como substrato açúcares e glicose (Evangelista, 2005). Dessa forma, é possível garantir segurança microbiológica das barras alimentícias durante o armazenamento, em condições adequadas de embalagem e temperatura.

O teor de sólidos solúveis variou de 44,44 a 50 °Brix para F1, de 46,22 a 56,66 °Brix para F2, de 40,66 a 58 °Brix para F3, de 42,11 a 58,66 °Brix para F4 e de 48,44 a 68,66 °Brix para F5. Observa-se que a adição de farinha de polpa de marolo, em quantidades crescentes, aumentou o teor de sólidos solúveis das barras alimentícias. As formulações controle (F1) e com adição de 20% de farinha de polpa de marolo (F2), apresentaram maior estabilidade durante o armazenamento em relação às formulações com maiores concentrações da farinha de polpa de marolo. Paiva et al. (2012) analisando barras de cereais com resíduos de arroz, soja, abacaxi e castanha de pequi relataram teores de sólidos solúveis similares aos deste estudo, com níveis entre 55 e 65 °Brix.

A acidez titulável das amostras aumentou significativamente e proporcionalmente ao aumento da concentração de farinha de polpa de marolo nas barras alimentícias. O pH apresentou o comportamento inverso da acidez, ou seja, reduziu com o aumento da concentração de farinha de polpa de marolo nas barras alimentícias. O aumento da acidez titulável com conseqüente decréscimo do pH, ocorreu, provavelmente, devido ao aumento de ácidos orgânicos como o ácido málico, principal ácido orgânico presente na farinha da polpa de marolo (Damiani et al., 2011).

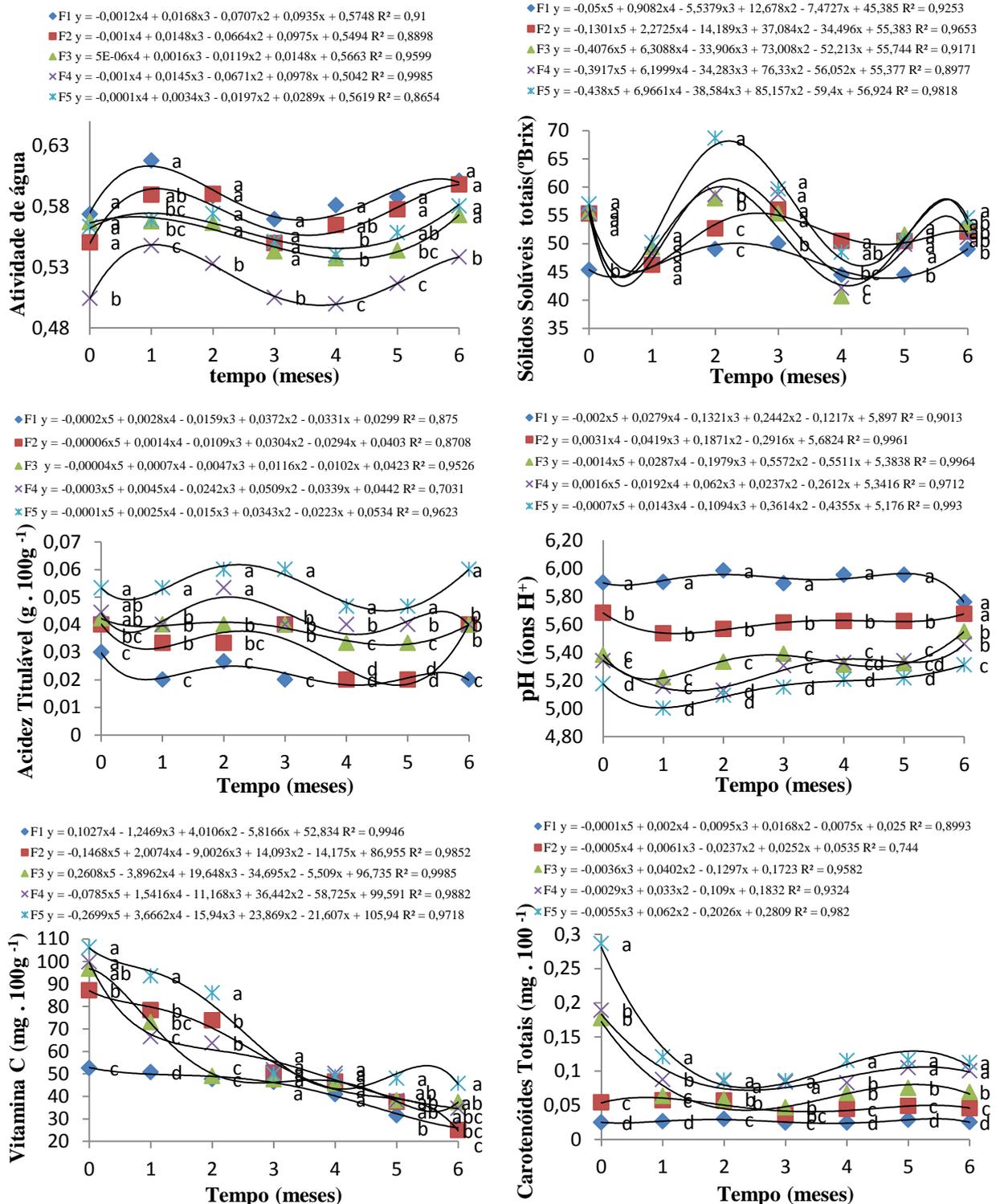


Figura 4. Valores médios e equações de regressão e coeficientes de determinação atividade de água, teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável, pH, vitamina C e carotenóides totais de barras alimentícias com diferentes concentrações de farinha de marolo, armazenada durante 6 meses.

Médias seguidas da mesma letra em cada tempo representam semelhanças estatísticas, entre as Concentrações, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

F1 – Barra alimentícia Controle.

F2, F3, F4 e F5 – Barras alimentícias elaboradas com farinha de marolo com 20, 30, 40 e 50% respectivamente, em substituição à aveia integral.

Para o teor de vitamina C e carotenóides totais, foi observado aumento significativo de acordo com o aumento na concentração de farinha de polpa de marolo. O maior valor encontrado para vitamina C foi para a formulação F5, com 50% de farinha de polpa de marolo, com $106,29 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. De acordo com valores estabelecidos pela FAO (2001) para a ingestão diária recomendada de vitamina C para adultos (45 mg/d) verificou-se que uma porção de 25 g (tamanho comercial) da formulação F5 possui 59,2% da IDR. O maior resultado para carotenóides totais também foi para a formulação F5 com $0,29 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

Ao longo do armazenamento de 6 meses todas as amostras tiveram degradação significativa no teor de vitamina C e carotenóides totais. A degradação do ácido ascórbico e carotenóides totais pode ser atribuída, principalmente, à reação de oxidação aeróbica no início do armazenamento, e oxidação anaeróbica ao longo do armazenamento, uma vez que a embalagem utilizada apresenta-se impermeável ao oxigênio. Segundo Nagy (1980), após o consumo do oxigênio livre das embalagens, as reações anaeróbicas predominam, entre elas, a degradação, mas em menor velocidade que sob condições aeróbicas.

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados da análise de composição mineral das barras alimentícias.

O teor de cálcio variou de 860,1 a 5128,1 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ e o de magnésio variou de 689 a 1679,4 $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Os teores de fósforo, cobre, manganês e zinco tiveram redução significativa com o aumento da concentração de farinha de polpa de marolo nas barras alimentícias produzidas.

Tabela 6. Composição mineral das barras alimentícias com farinha da polpa de marolo.

MINERAIS ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	FORMULAÇÃO				
	F1 (controle)	F2 (20%)	F3 (30%)	F4 (40%)	F5 (50%)
Cálcio	$1121,1 \pm 0,45^c$	$925,1 \pm 0,47^d$	$860,1 \pm 0,78^e$	$1228,6 \pm 0,15^b$	$5128,1 \pm 0,31^a$
Magnésio	$767,1 \pm 0,15^b$	$746 \pm 0,45^c$	$711,8 \pm 0,50^d$	$689,2 \pm 0,44^e$	$1679,4 \pm 0,26^a$
Fósforo	$4478,6 \pm 0,57^a$	$3181,1 \pm 0,31^b$	$2755,2 \pm 0,46^d$	$2783,8 \pm 0,46^c$	$2033,2 \pm 0,30^e$
Cobre	$140,7 \pm 0,40^a$	$58,2 \pm 0,31^e$	$99,9 \pm 0,25^b$	$80,9 \pm 0,15^c$	$72,9 \pm 0,40^d$
Ferro	$38,9 \pm 0,30^b$	$26,3 \pm 0,26^c$	$24,9 \pm 0,31^d$	$22,8 \pm 0,35^e$	$40,8 \pm 0,50^a$
Manganês	$25,1 \pm 0,25^a$	$19,4 \pm 0,20^b$	$17,5 \pm 0,40^c$	$15,6 \pm 0,47^d$	$12 \pm 0,59^e$
Zinco	$7,1 \pm 0,35^a$	$6,4 \pm 0,45^c$	$6,6 \pm 0,40^b$	$5,8 \pm 0,21^e$	$6,3 \pm 0,15^d$

Os valores correspondem às médias \pm desvio padrão de três repetições. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a legislação brasileira (Brasil, 2012), “alimento fonte de vitaminas e minerais” é aquele com no mínimo 15% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de referência

por porção de alimento sólido e “alimento rico em minerais e vitaminas” como aquele que contém no mínimo 30% da IDR de referência por porção de alimento sólido.

De acordo com valores estabelecidos pelo IOM (2001) e pela FAO (2001) para a ingestão diária recomendada para adultos, verificou-se que uma porção de 25 g (tamanho comercial) da formulação F2 possui 19,37, 21,09 e 161,67% da IDR de potássio, manganês e cobre, respectivamente, para a formulação F3 os valores são de 18,61, 19,02 e 277,5% da IDR de potássio manganês e cobre respectivamente, 25g da formulação F4 apresentou 20,08, 16,96 e 224,72% da IDR de potássio manganês e cobre respectivamente, e para a formulação F5 22,01, 16,15 e 202,50% da IDR de potássio, magnésio e cobre. Portanto as formulações F2, F3 e F4 são fontes de potássio e manganês e ricas em cobre e a formulação F5 é fonte de potássio e magnésio e também rica em cobre.

Nas Figuras 5, 6 e 7 estão apresentados os resultados da atividade antioxidante das barras alimentícias com farinha da polpa de marolo, no período de 6 meses de armazenamento, pelos métodos ABTS, FRAP e DPPH, respectivamente.

A atividade antioxidante determinada pelos métodos ABTS e FRAP, nos extratos etanólico e aquoso, foram influenciadas significativamente ($p < 0,05$) pela interação entre os fatores formulação (F1, F2, F3, F4 e F5) e tempo de armazenamento. No extrato etéreo, apenas o fator isolado formulação, não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) (Figuras 5 e 6). Para o método DPPH, o extrato etéreo apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) apenas para o fator isolado tempo; no extrato etanólico, os fatores isolados, formulação e tempo apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) e para o extrato aquoso não foi observada diferença estatística significativa (Figura 7).

Para a atividade antioxidante no método ABTS (Figura 5), o extrato aquoso apresentou melhores resultados de atividade antioxidante, com 365,44, 526,56, 553,22, 575,44 e 598,78 $\mu\text{M trolox} \cdot \text{g}^{-1}$ para as formulações F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente, no tempo 0. Este método mede a atividade antioxidante tanto de compostos de natureza lipofílica como hidrofílica.

Para a atividade antioxidante no método FRAP (Figura 6), o extrato aquoso apresentou melhores resultados, sendo eles de 873,81; 1094,76; 1358,57; 1359,52 e 1650 $\mu\text{M sulfato ferroso} \cdot \text{g}^{-1}$ para as formulações F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente, no tempo 0. Os antioxidantes detectados por FRAP limitam-se aos solúveis em água ou em soluções aquosas de etanol.

Para o ensaio de DPPH (Figura 7), o extrato etanólico apresentou maiores resultados de atividade antioxidante, com IC 50 de 3955,8; 3022,7; 2369,3; 1256,2 e 647,9, para as

formulações F1, F2, F3, F4 e F5, respectivamente, no tempo 0. O método DPPH apresenta vantagens quando os antioxidantes analisados são mais solúveis em solventes orgânicos.

Para os três métodos e nos três extratos avaliados, observa-se aumento da atividade antioxidante com o aumento da concentração de farinha da polpa de marolo. A formulação com 50% de farinha de polpa de marolo apresentou os maiores resultados de atividade antioxidante nos três métodos avaliados.

Os diversos solventes certificam a máxima solubilização dos antioxidantes presentes na amostra. A utilização de três solventes de diferentes polaridades, éter etílico, etanol e água destilada, possibilitam a solubilização de compostos mais polares (extrato aquoso), de polaridade intermediária (extrato etanólico) e apolares (extrato etéreo), segundo Borguini e Torres (2009). Com base nesta afirmação, observa-se a predominância de compostos antioxidantes polares nas barras alimentícias com farinha da polpa de marolo, que apresentaram maiores resultados de atividade antioxidante nos extratos aquosos, para dois dos métodos testados, ABTS e FRAP. Damiani et al. (2011), estudaram a atividade antioxidante de frutos do maroleiro e também encontraram maior potencial antioxidante para o extrato aquoso.

A atividade antioxidante apresentou redução significativa com o tempo de armazenamento para os três métodos e em todos os extratos estudados. Compostos típicos que possuem atividade antioxidante incluem a classe dos fenóis, ácidos fenólicos e seus derivados, flavonoides, tocoferol, fosfolipídios, ácido fítico, ácido ascórbico, pigmentos e esteróis (Roesler et al., 2007). A redução da atividade antioxidante no armazenamento é explicada pela degradação, principalmente, de compostos como o ácido ascórbico e pigmentos como os carotenóides presentes na farinha da polpa de marolo.

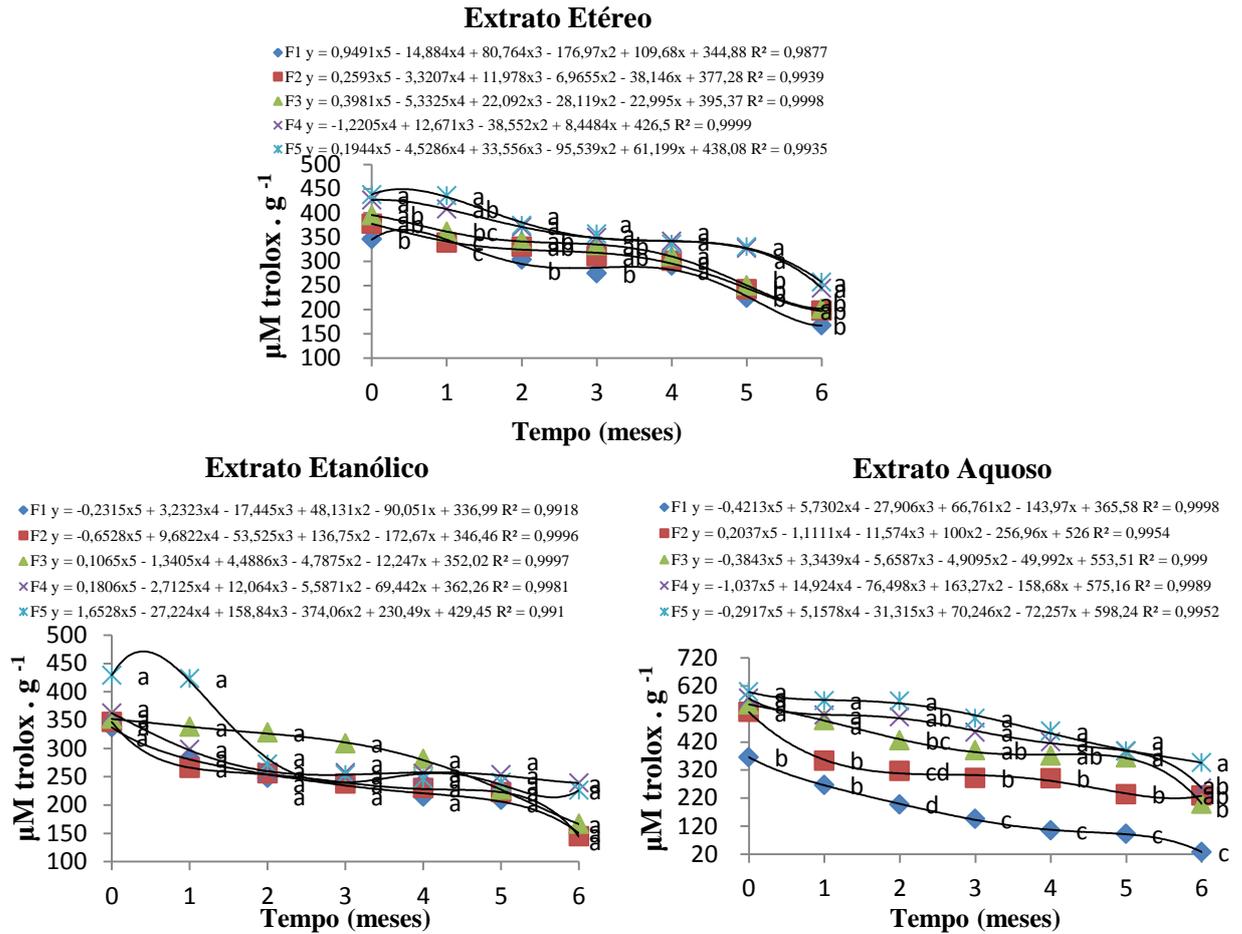


Figura 5. Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação da atividade antioxidante pelos métodos ABTS ($\mu\text{M trolox}\cdot\text{g}^{-1}$), presente em barras alimentícias com diferentes concentrações de farinha de marolo, armazenada durante 6 meses.

Médias seguidas da mesma letra em cada tempo representam semelhanças estatísticas, entre as concentrações, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

F1 – Barra alimentícia Controle.

F2, F3, F4 e F5 - Barras alimentícias elaboradas com farinha de marolo com 20, 30, 40 e 50% respectivamente, em substituição à aveia integral.

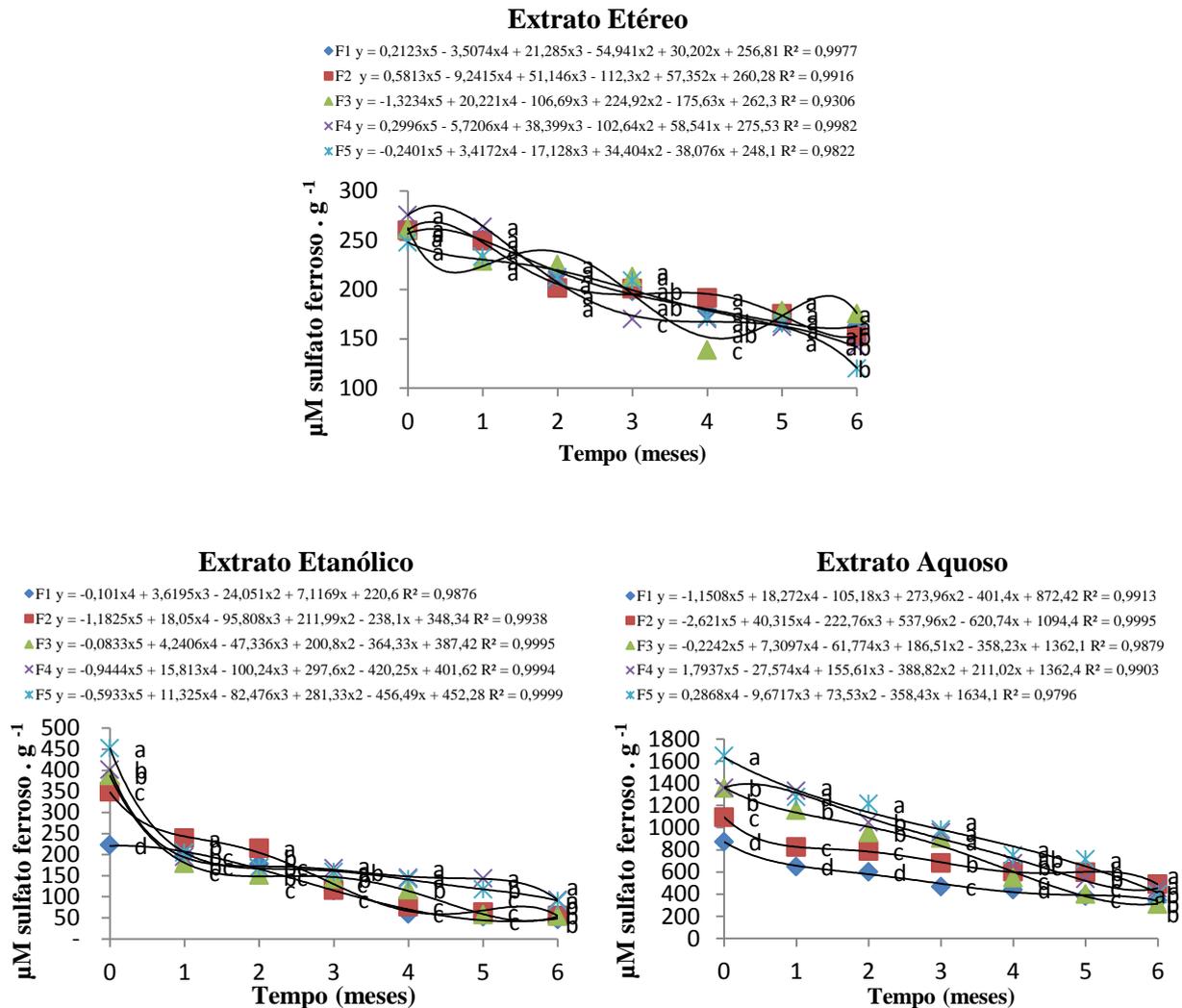


Figura 6. Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação da atividade antioxidante pelo método FRAP (μM sulfato ferroso. g^{-1}), presente em barras alimentícias com diferentes concentrações de farinha de marolo, armazenada durante 6 meses.

Médias seguidas da mesma letra em cada tempo representam semelhanças estatísticas, entre as concentrações, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

F1 – Barra alimentícia Controle.

F2, F3, F4 e F5 - Barras alimentícias elaboradas com farinha de marolo com 20, 30, 40 e 50% respectivamente, em substituição à aveia integral.

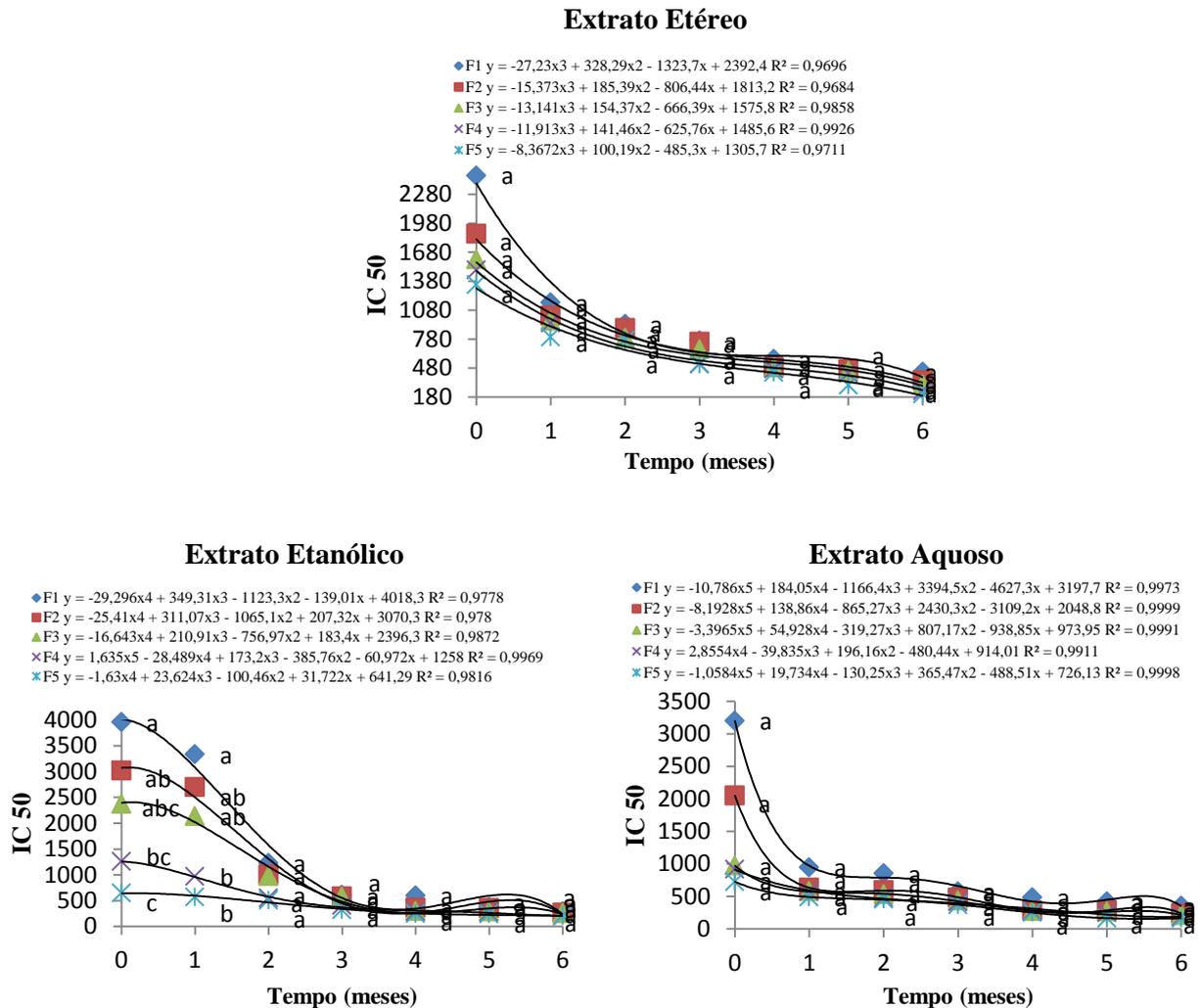


Figura 7. Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação da atividade antioxidante pelos métodos DPPH (IC 50), presentes em barras alimentícias com diferentes concentrações de farinha de marolo, armazenada durante 6 meses.

Médias seguidas da mesma letra em cada tempo representam semelhanças estatísticas, entre as concentrações, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

F1 – Barra alimentícia Controle.

F2, F3, F4 e F5 - Barras alimentícias elaboradas com farinha de marolo com 20, 30, 40 e 50% respectivamente, em substituição à aveia integral.

A Figura 8 apresenta os resultados dos parâmetros de textura das barras alimentícias armazenadas durante 6 meses.

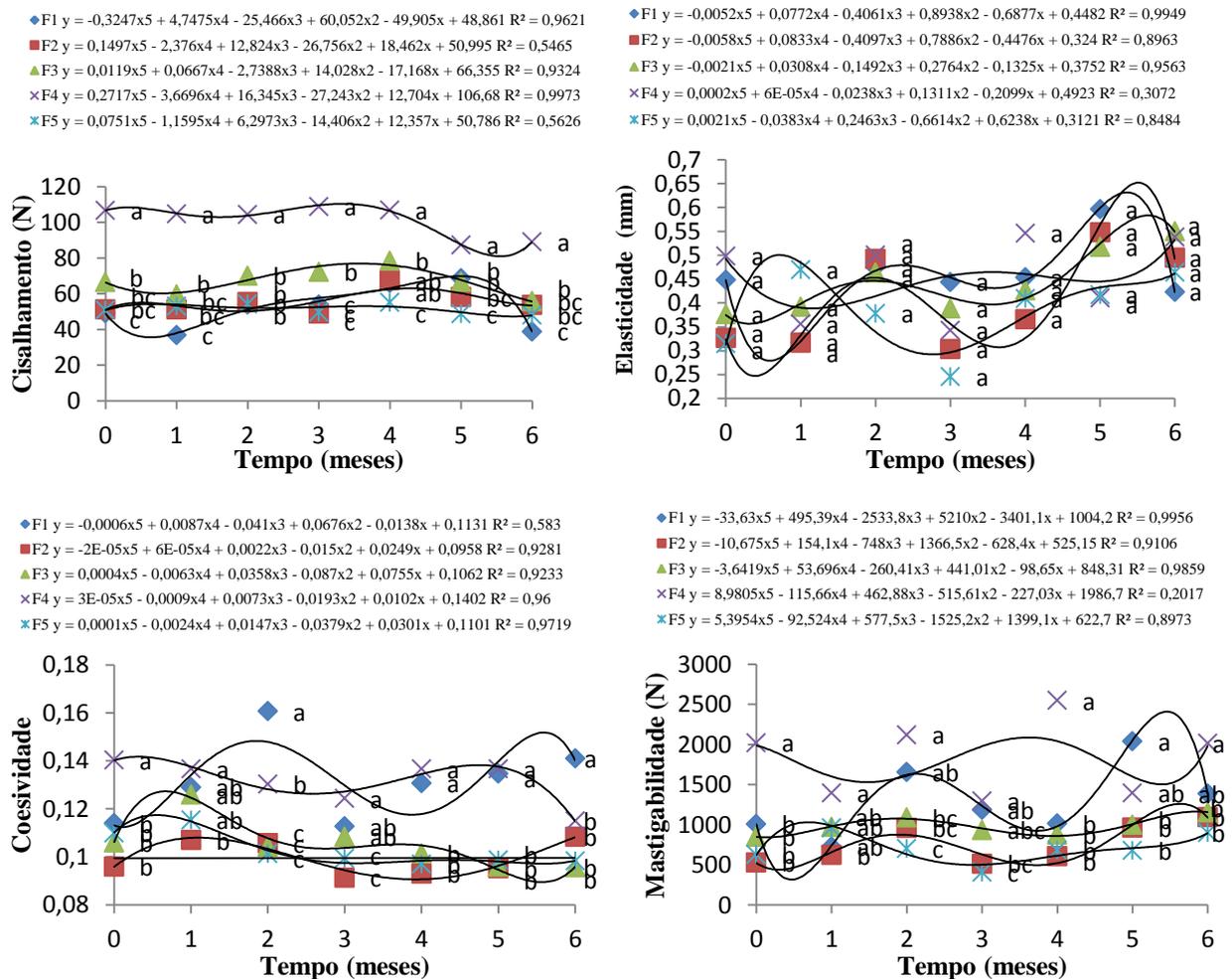


Figura 8. Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação dos parâmetros de textura de barras alimentícias com diferentes concentrações de farinha da polpa de marolo, armazenada durante 6 meses.

Médias seguidas da mesma letra em cada tempo representam semelhanças estatísticas, entre as concentrações, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

F1 – Barra alimentícia Controle.

F2, F3, F4 e F5 - Barras alimentícias elaboradas com farinha de marolo com 20, 30, 40 e 50% respectivamente, em substituição à aveia integral.

Os parâmetros de textura, cisalhamento, coesividade e mastigabilidade, foram influenciados significativamente ($p < 0,05$) pela interação entre os fatores formulação (F1, F2, F3, F4 e F5) e tempo de armazenamento. O parâmetro elasticidade apresentou diferença significativa apenas para o fator isolado tempo (Figura 8).

As forças aplicadas para romper as barras alimentícias, variaram de 36,8 a 68,76N para F1, de 51,3 a 53,8N para F2, de 55,8 a 78,5N para F3, de 87,4 a 108,9 para F4 e de 48 a 55,07 para F5. Portanto, a formulação com adição de 50% de farinha de polpa de marolo demonstrou ser a mais macia, com média de 51,4N. A adição da farinha da polpa de marolo

aumentou a dureza das barras alimentícias até a formulação F4, esse fato pode ser explicado pela menor granulometria da farinha de polpa de marolo em relação à aveia integral, o que faz com que as barras alimentícias se tornem mais compactas e aumente a resistência ao corte e dureza, porém este fato não se aplica a formulação F5, onde as proporções de farinha de polpa de marolo e aveia integral em flocos foram iguais, o que pode ser justificado pelo maior teor de sólidos solúveis encontrados nesta formulação (48,44 a 68,66 °Brix). Silva et al. (2016), encontraram valores que variaram de 17,87 N e 15,86 N para o cisalhamento de barras alimentícias com farinha de marolo e jerivá, respectivamente. Os valores elevados da medida de dureza de barras alimentícias nem sempre estão associados à baixa aceitação sensorial do produto. Geralmente, produtos formulados com alto teor de fibras resultam em produtos mais densos e duros, o que não implica que os mesmos terão menor aceitação (Freitas e Moretti, 2006).

A elasticidade é a taxa na qual um material deformado volta à sua condição inicial, após a força de deformação ser removida. É a medida que o alimento atinge entre o final do primeiro ciclo de compressão e o segundo ciclo de compressão (Szczesniak, 2002). A Elasticidade das barras alimentícias não sofreu diferença significativa entre as formulações em nenhum dos tempos estudados e apresentou média de 0,45 para a formulação F1, de 0,41 para a formulação F2, de 0,44 para a formulação F3, de 0,46 para a formulação F4 e de 0,39 para a formulação F5.

A coesividade é a medida de extensão em que um material pode ser deformado antes de se romper, sendo representada no gráfico como a razão da força positiva da área do segundo ciclo de compressão pelo primeiro ciclo de compressão (Szczesniak, 2002). A coesividade apresentou valores que variaram de 0,11 a 0,16 para a formulação F1, de 0,9 a 0,11 para a formulação F2, de 0,10 a 0,13 para a formulação F3, de 0,12 a 0,14 para a formulação F4 e de 0,10 a 0,12 para a formulação F5. As formulações controle e com adição de 50% de farinha de polpa de marolo apresentaram menor resultado para a coesividade, com média de 0,10, embora todas as amostras tenham apresentado, aproximadamente, o mesmo valor.

A mastigabilidade é a energia requerida para desintegrar um alimento a um estado pronto para ser engolido: um produto da coesão, dureza e elasticidade (Szczesniak, 2002). A mastigabilidade variou de 726,8 a 2038,9 para a formulação F1, de 514,2 a 1093,8 para a formulação F2, de 849,4 a 1156,3 para a formulação F3, de 1298,4 a 2549,4 para a formulação F4 e de 408,9 a 958,9 para a formulação F5. A formulação com 50% de farinha de

polpa de marolo apresentou menor resultado, com média de 709,11, portanto, necessita de menor força para ser mastigada até o ponto de ser engolida.

Em análises instrumentais de textura, a heterogeneidade das amostras é um fator crítico na precisão dos resultados. As diferenças encontradas nos parâmetros de textura entre as formulações e durante o armazenamento são decorrentes, principalmente, da heterogeneidade do tipo de produto analisado, uma vez que barras alimentícias possuem em suas formulações uma diversidade de combinações de ingredientes com tamanhos e texturas desiguais.

Na Figura 9 estão apresentados os resultados da análise de cor instrumental das barras alimentícias com farinha de polpa de marolo, durante o armazenamento de 6 meses.

Os parâmetros de cor L, a*, b*, chroma e hue, foram influenciados significativamente ($p < 0,05$) pela interação entre os fatores formulação (F1, F2, F3, F4 e F5) e tempo de armazenamento (Figura 9).

Os valores obtidos para o valor L* das barras alimentícias tiveram redução significativa com o aumento da concentração da farinha de polpa de marolo e variaram de 49,5 a 55,2 para a formulação F1, de 47,4 a 55,2 para a formulação F2, de 46,8 a 50,5 para a formulação F3, de 46,04 a 51,02 para a formulação F4 e de 39,93 a 48,59 para a formulação F5. Portanto, a adição de farinha de polpa de marolo em crescentes concentrações ocasionou o escurecimento das barras alimentícias. Munhoz et al. (2014) encontraram valores semelhantes para a Luminosidade em barras de cereais com bocaiuva, variando de 47,99 a 49,47.

Os valores de a* tiveram aumento significativo com o aumento da concentração de farinha de polpa de marolo nas barras alimentícias, e variaram de 4,1 a 4,8 para a formulação F1, de 4,2 a 6,9 para a formulação F2, de 6,5 a 7,7 para a formulação F3, de 7,1 a 8,5 para a formulação F4 e de 8,4 a 10,2 para a formulação F5. O aumento dos valores de a* indica que, com o aumento da concentração da farinha de polpa de marolo, as barras alimentícias tiveram aumento da tonalidade vermelha. Aigster et al. (2011) encontraram valores semelhantes, que variaram de 6,99 a 11,1 em barras de cereais suplementadas com amido.

Os valores de b* apresentaram resultados que variaram de 17,5 a 18,2 para a formulação F1, de 16,7 a 18,4 para a formulação F2, de 17,4 a 18,3 para a formulação F3, de 17,6 a 19,5 para a formulação F4 e de 15,4 a 19,7 para a formulação F5. Estes resultados, embora, com grandes variações, mostram tendência ao aumento nos valores de b*, de acordo com o aumento da concentração da farinha de polpa de marolo nas barras alimentícias e o aumento nos valores de b* indica aumento da coloração amarela. Munhoz et al. (2014) observaram valores de b* inferiores aos deste estudo, que variaram de 11,91 a 14,12.

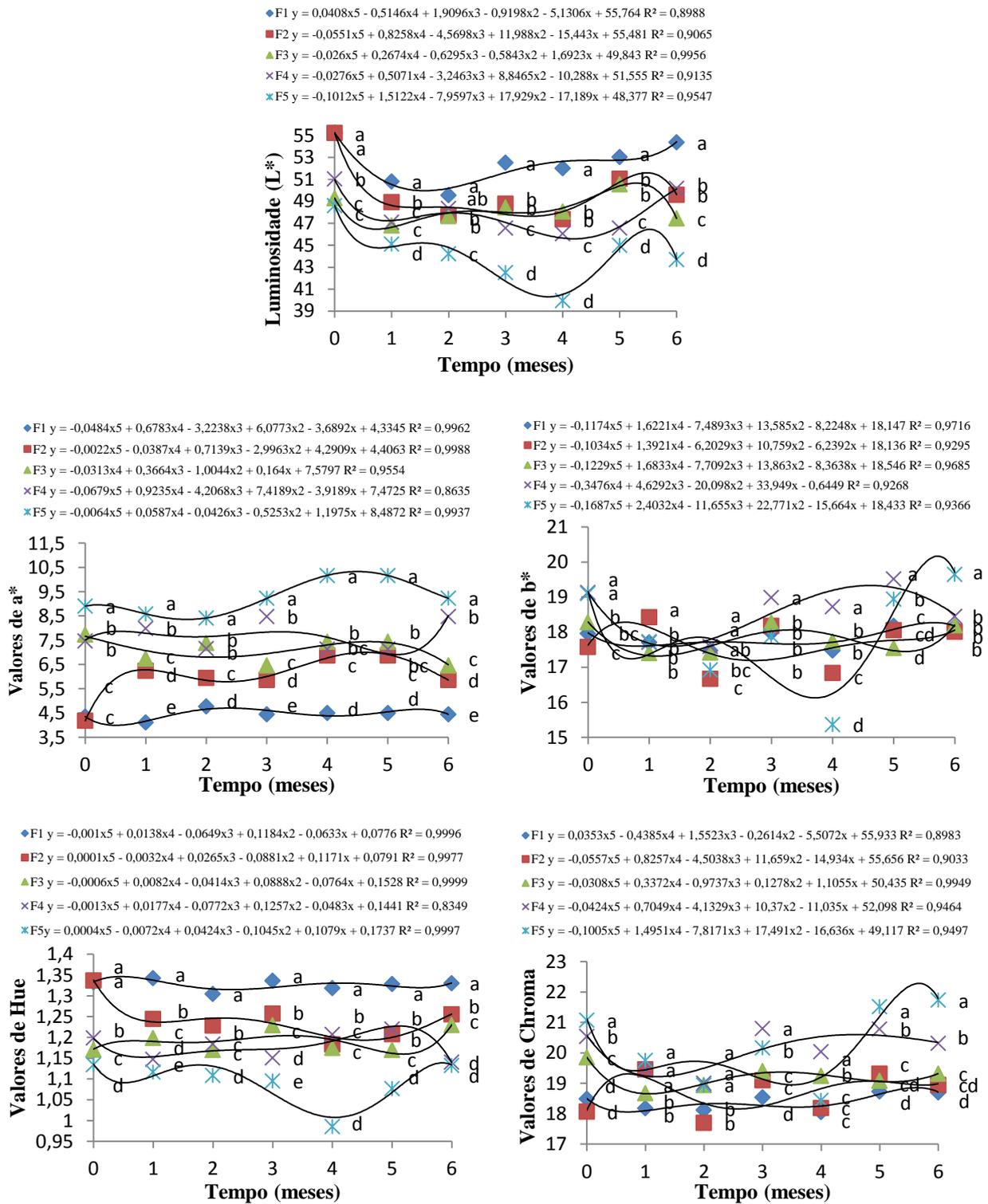


Figura 9. Valores médios e equações de regressão e coeficientes de determinação dos parâmetros de cor instrumental de barras alimentícias com diferentes concentrações de farinha de marolo, armazenada durante 6 meses.

Médias seguidas da mesma letra em cada tempo representam semelhanças estatísticas, entre as concentrações, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

F1 – Barra alimentícia Controle.

F2, F3, F4 e F5 - Barras alimentícias elaboradas com farinha de marolo com 20, 30, 40 e 50% respectivamente, em substituição à aveia integral.

Em relação ao Chroma, nota-se que os valores apresentaram aumento com o aumento da concentração de farinha de polpa de marolo. Os valores variaram de 18,05 a 18,73 para F1, de 17,70 a 19,46 para F2, de 18,68 a 19,85 para F3, de 19,00 a 20,80 para F4 e de 18,43 a 21,73 para F5. Em estudo, Munhoz et al. (2014) encontraram valores inferiores para o Chroma de barras de cereais com bocaiuva, variando de 2,82 a 15,11.

Quanto à tonalidade cromática Hue, cujo ângulo vai de vermelho (0°) até amarelo (90°), observou-se que com o aumento da concentração de farinha de polpa de marolo, os valores de Hue tiveram redução significativa, demonstrando tendência para o vermelho. Os resultados variaram de 1,30 a 1,34 para F1, de 1,18 a 1,34 para F2, de 1,17 a 1,23 para F3, de 1,14 a 1,22 para F4 e de 0,99 a 1,13 para F5. Os valores encontrados por Munhoz et al. (2014) foram semelhantes aos deste estudo e variaram de 1,19 a 1,21.

De acordo com os parâmetros instrumentais de cor, o que se pode verificar é que ao aumentar o percentual de farinha da polpa de marolo, as barras alimentícias ficaram mais escuras, uma vez que a farinha utilizada possui coloração mais escura quando comparada a aveia integral. As variações de cor ocorridas no decorrer do armazenamento de 6 meses podem ser explicadas pela heterogeneidade das barras alimentícias que possuem ingredientes de diferentes colorações em suas formulações.

Os resultados das análises microbiológicas das barras alimentícias apresentaram-se de acordo com os padrões estabelecidos pelo Regulamento Técnico da Resolução RDC nº 12 (Brasil, 2001), evidenciando a qualidade dos ingredientes e o controle higiênico-sanitário na elaboração das barras alimentícias, permitindo assim oferecer, com segurança, as barras aos provadores na análise sensorial.

Na Tabela 7, estão apresentadas as notas atribuídas pelos julgadores às formulações das barras alimentícias quanto à preferência sensorial. A análise sensorial foi realizada com 120 provadores, dos quais 45% eram do sexo masculino e 55% do sexo feminino. Em relação a faixa etária, 25% dos provadores possuíam idade abaixo de 25 anos, 38,33% entre 20 e 35 anos, 28,33% entre 35 a 45 anos e 8,33% acima de 45 anos. Quanto ao consumo, 26,67% dos provadores disseram consumir barras alimentícias 1 vez por mês, 25% 2 vezes ao mês, 21,67% 1 vez por semana e 6,67% 2 vezes por semana. Quanto aos atributos avaliados, todas as formulações, com adição de farinha da polpa de marolo, obtiveram médias superiores a 7, que indica “gostei moderadamente” sendo consideradas aceitas para consumo (Lima et al., 2010).

A barra alimentícia da formulação F5, com adição de 50% de farinha de polpa de marolo, apresentou médias superiores para todos os atributos avaliados, sendo a preferida

pelos julgadores, uma vez que apresentou médias de valores hedônicos entre 8 e 9, que indicam “gostei muito” e “gostei extremamente”, respectivamente. Entretanto, as demais formulações, com adição de farinha de polpa de marolo (F2, F3 e F4), apresentaram notas médias acima de 7, que indica “gostei moderadamente”.

Correlacionando-se a análise sensorial com as análises de composição nutricional, a formulação F5, também, apresentou maiores teores de fibra alimentar, vitamina C, carotenóides, minerais como potássio, cálcio e magnésio e atividade antioxidante.

Os julgadores atribuíram a melhor nota de textura a formulação F5, que demonstrou com a determinação instrumental ser uma das formulações mais macias.

Gomes et. al (2010) ao estudar a aceitação sensorial de barras alimentícias, à base de albedo de maracujá amarelo, obtiveram notas semelhantes as deste estudo, com variação de 6,88 a 7,77 para o sabor, de 7,28 a 7,57 para a cor, de 7,13 a 7,43 para a textura e 7,10 a 7,53 para o aroma.

Tabela 7. Parâmetros sensoriais avaliados por consumidores goianeses em barras alimentícias elaboradas com farinha da polpa de marolo.

PARÂMETROS SENSORIAIS	FORMULAÇÃO				
	F1 (Controle)	F2 (20%)	F3 (30%)	F4 (40%)	F5 (50%)
Aparência	7,01 d	7,36 c	7,63 c	8,06 b	8,45 a
Cor	6,98 c	7,58 b	7,79 b	7,88 b	8,23 a
Aroma	6,98 d	7,23 c	7,57 b	7,73 b	8,01 a
Sabor	7,53 b	7,58 b	7,8 b	7,63 b	8,31 a
Textura	7,62 a	7,53 bc	7,37 bc	7,22 b	8,02 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

F1 – Barra alimentícia Controle.

F2, F3, F4 e F5 - Barras alimentícias elaboradas com farinha de marolo com 20, 30, 40 e 50% respectivamente, em substituição à aveia integral.

6.4 Conclusão

As barras alimentícias desenvolvidas com proporções crescentes de farinha de polpa de marolo apresentaram-se adequadas ao consumo durante o período avaliado. Demonstraram potencial nutricional e comercial, podendo ser consideradas como produto rico em fibras alimentares, com quantidades consideráveis de vitamina C, carotenóides totais, atividade antioxidante, além de mostrar-se alimento rico em minerais como o potássio, cálcio e magnésio.

Entre as formulações desenvolvidas, a F5, com adição de 50% de farinha da polpa de marolo, apresentou melhores resultados tanto para as análises físicas, químicas e nutricionais como para a aceitação do consumidor.

REFERÊNCIAS

Aigster, A., Duncan, S. E., Conforti, F. D., Barbeau, W. E. Physicochemical properties and sensory attributes of resistant starch-supplemented granola bars and cereals. *LWT - Food Science and Technology*. 2011, 44, 2159-2165.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. *Official methods of analysis*. 19th ed. Gaithersburg, 2012. 3000p.

APHA – American Public Health Association. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4.ed. Washington, DC: APHA, 2001, 676 p.

Araujo, E. M., Menezes, H. C., & Tomazini, J. M. Fibras solúveis e insolúveis de verduras, tubérculos e canela para uso em nutrição clínica. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas. 2009, 29(2),401-406.

Bligh, E. G., & Dyer, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of biochemistry and physiology*, Ottawa. 1959, 37(8), 911-917.

Borguini, R. G., & Torres, E. F. S. Tomatoes and tomato products as dietary sources of antioxidants. *Food Reviews International*, Madison. 2009, 25(4), 313-325.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução n° 12, de 02 de janeiro de 2001. *Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília - DF, 2001.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução n. 263, de 22 de setembro de 2005. *Aprova regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília - DF, 2005.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução n° 54, de 12 de novembro de 2012. *Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes)*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília - DF, 2012.

Brito I. P., Campos J.M., Sousa T. F. L., Wakiyama C., Azeredo G. A. Elaboração e avaliação global de barras de cereais caseira. *Boletim Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA)*. 2004, 22(1), 35-50.

Cavalcante, T. R. M., Naves, R. V., Seraphin, J. C., Carvalho, G. D. Diferentes ambientes e substratos na formação de mudas de araticum. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2008, 30(1), 235–240.

Coultrate, T.P. *Alimentos: a química de seus componentes*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 368p.

Damiani, C., Vilas Boas, E. V. B., Asquieri, E. R., Lage, M. E., Oliveira, R. A., Silva, F. A., Pinto, D. M., Rodrigues, L.J., Silva, E. P., Paula, N. R. R. Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2011, 31(3), 723-729.

Dutcosky, S. D., Grossman, M. V. E., Silva, R. S. S. F., Welsch, A. K.. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. *Food Chemistry*. 2006, 98(4), 630-38.

Escobar, B. A., Estévez, A. M., Tepper, A. L., Aguayi, M. R.. Características nutricionales de barras de cereales y maní. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 1998, 48(2), 156-159.

Evangelista, J. (2005). *Tecnologia de alimentos*. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 652 p.

FAO/OMS. *Human Vitamin and Mineral Requirements*. In: Report 7th Joint FAO/OMS Expert Consultation. Bangkok, Thailand, 2001. Xxii, 286p.

Ferreira, D.F. *SISVAR - Sistema de análise de variância*. Versão 5.3. Lavras-MG: UFLA, 2010.

Freitas, D., & Moretti R. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto valor proteico e vitamínico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2006, 26(2), 318 – 324.

Fujita, A. H., & Figueroa, M. O. R. Composição centesimal e teor de b-glucanas em cereais e derivados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas. 2003, 23(2), 116-120.

Galisa, M. S., Esperança, L. M. B.; & Sá, N. G. *Nutrição: Conceitos e Aplicações*. São Paulo: M. Books, 2007, 257p.

Gomes, F. O., Sousa, M. M., Sousa, L. M. C., Cardoso, J. R., Silva, R. A. Desenvolvimento de Barras de Cereais à Base de Farinha de Albedo de Maracujá Amarelo (*Passiflora Edulis*). *Revista ACTA Tecnológica*. 2010, 5(2), 115-125.

Gray, J., Armstrong, G., & Farley, H. Opportunities and constrains in the functional food market. *Nutrition and Food Science*. 2003, 33, 213–218.

Guimarães, M. M., & Silva, M. S. Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de frutos de murici-passa. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*. 2009, 68(3), 426-33.

Higby, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. *Journal of Food Science*, Chicago. 1962, 27(1), 42 - 49.

Merrill, A. L., & Watt, B. K. *Energy value of foods: basis and derivation*. Washington, DC: United States Department of Agriculture, 1973.

Institute of Medicine. *Food and Nutrition Board*. Dietary Reference Intakes. National Academic Press, Washington D.C., 2001.

Institute of Medicine (IOM). *Dietary Reference Intakes: Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, D.C., National Academies Press; 2005.

Kim, E. H. J., Corrigan, V.K., Hedderley, D. I., Motoi, L., Wilson, A.J., & Morgenstern, M. P. Predicting the sensory texture of cereal snack bars using instrumental measurements. *Journal of Texture Studies*, WestPort. 2009, 40, 457- 481.

Lima, J. C. R., Freitas, J. B., Czeder, L. P., Fernandes, D. C., Naves, M. M. V. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. *Boletim CEPPA*. 2010, 28(2), 331-343.

Lima, J. P., Rodrigues, L. F., Monteiro, A. G. D. P., Vilas Boas, E. V. B. Climacteric pattern of mangaba fruit (*Hancornia speciosa* Gomes) and its responses to temperature. *Scientia Horticulturae*. 2015, 197, 399–403.

Malavolta, E., Vitti, G. C., Oliveira, S. A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS. 319p, 1997.

Meilgaard M.; Civille G.V. E Carr B.T. *Técnicas de Avaliação Sensorial*, 2ª edição. CRC Press, Boca Raton, 1991.

Minolta. *Precise color communication: Color control from feeling to instrumentation.*: MINOLTA Co., Ltd. 1994, 49 pp.

Munhoz, C. L., Guimarães, R. C. A., Nozaki, V. T., Argandoña, E. J. S., Hiane, P. A. H., Macedo, M. L. R. Preparation of a cereal bar containing bocaiuva: physical, nutritional, microbiological and sensory evaluation. *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá. 2014, 36(3), 553-560.

Nagy, S. Vitamin C content of citrus fruit and their products. A Review. *Jurnal of agricultural and food chemistry*. 1980, 28, 8-18.

Nunes, C. S., Baptista, A. O. Implicações da reação de Maillard nos alimentos e nos sistemas biológicos. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*. 2001, 96(538), 53-59.

Paiva, A. P., Barcelos, A. F. P., Pereira, J. A. R., & Ciabotti, E. B. F. Characterization of food bars manufactured with Agroindustrial by-products and waste. *Ciência Agrotecnica*. 2012, 36, 333-340.

Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Morais, S. M., Sampaio, C. G., Jimenez, J. P., Calixto, F. D. S. Metodologia Científica: *Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP)*. Comunicado Técnico Online Embrapa 125. Fortaleza, CE. 2006.

Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Morais, S. M., Sampaio, C. G., Jimenez, J. P., Calixto, F. D. S. Metodologia Científica: *Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH*. Comunicado Técnico Online Embrapa 127. Fortaleza, CE. 2007.

Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Morais, S. M., Sampaio, C. G., Jimenez, J. P., Calixto, F. D. S. Metodologia Científica: *Determinação Da Atividade Antioxidante Total Em Frutas pela captura do radical livre ABTS+*. Comunicado Técnico Online Embrapa 128. Fortaleza, CE. 2007.

Sampaio, C., Ferreira, S. & Brazaca, S. (2009). Perfil sensorial e aceitabilidade de barras de cereais fortificadas com ferro, *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, 20(1), 95 – 106.

Slade, L., & Levine H. Beyond water activity: recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 1991, 30(2/3), 115-360.

Strohecker, R., & Henning, H. M. *Análises de vitaminas: métodos comprovados*, Madrid: Paz Montolvo, 1967. 428 p.

Silva, E. P., Siqueira, H. H., Damiani, C., Vilas Boas, E. V. B. Effect of adding flours from marolo fruit (*Annona crassiflora* Mart) and jervá fruit (*Syagrus romanzoffiana* Cham Glassm) on the physicals and sensory characteristics of food bars. *Food Science and Technology*, Campinas [online]. 2016, 36(1), 140-144.

Silva, E. P., Siqueira, H. H., Do Lago, R. C., Rosell, C. M., Vilas Boas, E. V. B. Developing fruit-based nutritious snack bars. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2014, 94, 52–56.

Szczesniak, A. S. Texture is a sensory property. *Food Quality and Preference*. Nova Iorque. 2002, 13(4), 215-225.

Takeuchi, K. P., & Sabadini, E. Cunha, R. L. Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2005, 25, 78-85.

Waterhouse, D., Teoh, A., Massarotto, C., Wibisono, R. & Wadhwa, S. Comparative analysis of fruit-based functional snack bars. *Food Chemistry*, New Zealand. 2010, 119, 1369 – 1379.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A farinha obtida da polpa de marolo possui elevadas quantidades de nutrientes como vitamina C, minerais como potássio, fósforo e cálcio, além de ser considerada como um alimento rico em fibra alimentar, sobretudo sobre a fração insolúvel e apresentar atividade antioxidante, podendo assim, ser utilizado no desenvolvimento de novos produtos alimentícios, como em barras alimentícias.

Ao se adicionar a farinha obtida da polpa de marolo em barras alimentícias em quantidades crescentes em substituição parcial a aveia integral observou-se aumento nutricional e melhor aceitação sensorial deste produto.

Por essas características, seria interessante que trabalhos futuros buscassem comparar as barras alimentícias com farinha de polpa de marolo com outros produtos já existentes no mercado, verificando a qualidade nutricional e a viabilidade da comercialização deste tipo de produto. Novas formulações elaboradas com farinha de polpa de marolo também poderiam ser estudadas, ampliando a utilização deste ingrediente funcional.

ANEXOS**ANEXO A. Ficha de avaliação da análise sensorial****FICHA DE TESTE DE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA**

Nome _____ Data ____/____/____

Sexo: () M () F

Faixa etária () abaixo de 20 anos () 20 a 35 anos () 35 a 45 anos () acima de 45 anos

Consumo de barras de cereais: () 1 vez/semana () 2 vezes/semana () 1 vez/mês () 2 vezes/mês

Você está recebendo 5 amostras de um novo tipo de produto. Por favor, avalie cuidadosamente cada um dos atributos sensoriais na ordem (aparência, cor, aroma, sabor e textura). Avalie utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou de cada atributo do produto.

- 9 – Gostei extremamente
- 8 – Gostei muito
- 7 – Gostei moderadamente
- 6 – Gostei ligeiramente
- 5 – Não gostei e nem desgostei
- 4 – Desgostei ligeiramente
- 3 – Desgostei moderadamente
- 2 – Desgostei muito
- 1 – Desgostei extremamente

Amostra n°: _____

Nota aparência _____

Nota cor _____

Nota aroma _____

Nota sabor _____

Nota textura _____

ANEXO B. Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: Barras de Cereais com Farinha de Polpa de Marolo: Caracterização e Vida Útil.

Nome do(a) Pesquisador(a): Jéssyca Santos Silva

1. **Natureza da pesquisa:** o sra (sr.) está sendo convidada (o) a participar desta pesquisa que tem como finalidade avaliar a qualidade sensorial de barras de cereais.
2. **Participantes da pesquisa:** 120 pessoas consumidoras de barras de cereais
3. **Envolvimento na pesquisa:** no caso de concordar em participar, favor assinar ao final do documento. Sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador (a) ou com a Instituição. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone do pesquisador, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação.
4. **Riscos:** as concentrações dos ingredientes utilizados e as boas práticas de fabricação estão de acordo com a legislação vigente, logo não há riscos potenciais.
5. **Confidencialidade:** todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o (a) pesquisador (a) e o (a) orientador (a) terão conhecimento dos dados.
6. **Benefícios:** disponibilização ao consumidor de um produto que satisfaça seus anseios ao hábito alimentar saudável e contribuição com a diversificação destes produtos disponíveis no mercado.
7. **Pagamento:** a sra (sr.) não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa. Declaro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a realização da pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Assinatura do Participante

Jéssyca Santos Silva