



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE – CE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PATRÍCIA CHAVES E SILVA

FARINHAS E FIBRAS DE ALBEDO DE MARACUJÁ: DIFERENTES ASPECTOS
PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA

LIMOEIRO DO NORTE – CE

2021

PATRÍCIA CHAVES E SILVA

**FARINHAS E FIBRAS DE ALBEDO DE MRACUJÁ: DIFERENTES ASPECTOS
PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Curso de Tecnologia de Alimentos do
Instituto Federal do Ceará - Campus
Limoeiro do Norte como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em
Tecnologia de Alimentos.**

**Orientadora: Profa. Dra. Daniele Maria
Alves Teixeira Sá**

**Coorientadora: Francisca Joyce Elmiro
Timbó Andrade**

LIMOEIRO DO NORTE - CE.

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586f Silva, Patrícia Chaves e.
Farinhas e fibras de albedo de maracujá : diferentes aspectos para alimentação humana. / Patrícia Chaves e Silva. - 2021.
116 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campus Limoeiro do Norte, 2021.
Orientação: Prof. Dr. Daniele Maria Alves Teixeira Sá.
Coorientação: Prof. Dr. Francisca Joyce Elmiro Timbó Andrade.
1. P. edulis. 2. Pectina. 3. Cupcake. 4. Benefícios à saúde. I. Título.

CDD 664

PATRÍCIA CHAVES E SILVA

**FARINHAS E FIBRAS DE ALBEDO DE MARACUJÁ: DIFERENTES ASPECTOS
PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA**

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Curso de Tecnologia de Alimentos do
Instituto Federal do Ceará - Campus
Limoeiro do Norte como requisito parcial
para obtenção do título de Mestre em
Tecnologia de Alimentos.**

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Daniele Maria Alves Teixeira Sá (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Campus Sobral

Prof. Dra. Francisca Joyce Elmiro Timbó Andrade (Coorientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Campus Sobral

Prof. Dra. Renata Chastinet Braga (Membro)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Campus Limoeiro do Norte

Profa. Dra. Masu Capistrano Camurça Portela (Membro)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
Campus Sobral

Prof. Dra. Carmen Lúcia de Oliveira Petkowicz (Membro)
Universidade Federal do Paraná
Curitiba

A meu pai, José Neuton Paula e Silva (in memoriam), que, mesmo partindo para a morada do Pai, esteve presente em todos os momentos desta difícil caminhada.

A minha mãe, Maria Marlene Chaves Freire, mulher guerreira, exemplo de mãe, que, mesmo passando por tantos momentos difíceis, esteve sempre do meu lado, apoiando e ajudando sem medir esforços para que eu conquistasse mais esse sonho.

Aos meus filhos e esposo, meus pilares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ser essencial em minha vida, meu guia e o socorro presente nas horas de angústia.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP), pela bolsa concedida, que permitiu dedicação integral ao desenvolvimento da pesquisa.

A minha orientadora, Profa. Dra. Daniele Maria Alves Teixeira Sá, pela oportunidade concedida e pela presença, mesmo fisicamente distante, ajudando com suas sugestões precisas e decisivas.

À Profa. Dra. Renata Chastinet Braga pelo apoio e palavras amigas que acalmavam os pensamentos e o coração angustiado nesses anos tão difíceis.

Ao Sr. Ancelmo da Empresa Fruta Boa que doou matéria-prima para a realização da pesquisa.

A todos os professores e colegas que contribuíram para o meu sucesso nessa caminhada.

Ao meu esposo, pelo apoio e incentivo diários.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana.”

Carl C. Jung

RESUMO

O albedo do maracujá muitas vezes descartado como resíduo pode ser utilizado para produção de farinhas tendo em vista ser rico em fibras solúveis como pectina, que proporcionam benefícios à saúde, como redução da glicemia e colesterol. O presente trabalho teve como objetivos: 1) estudar aspectos de utilização de farinhas de resíduos do processamento do maracujá em alimentos. Para essa primeira fase foi realizado uma revisão sistemática da literatura sobre a aplicabilidade da farinha e pectina de maracujá na indústria de alimentos e para saúde, sendo realizada em três etapas: leitura do título, leitura do resumo e leitura do trabalho na íntegra, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão estabelecidos; 2) elaborar e caracterizar farinhas não tradicionais. Para a segunda fase foi extraído o albedo de cascas de maracujá, fornecidas por uma indústria de polpa local, para produção da farinha. Farinhas comerciais foram adquiridas no comércio local e juntamente com a farinha do albedo foram caracterizadas de acordo com metodologia da AOAC (2000). 3) produzir e caracterizar cupcakes à base de banana, contendo fibras de maracujá. Para atingir o terceiro objetivo foram realizados primeiramente vários testes e após os primeiros resultados, foram escolhidas e produzidas 3 formulações de cupcakes que foram avaliadas quanto à composição química e perfil de textura. Foram realizadas ainda a caracterização da pectina (rendimento, capacidade de retenção de água e óleo, composição de monossacarídeos, grau de esterificação, teor de acetil) obtida a partir do albedo do maracujá e a caracterização físico-química (AOAC, 2000) e perfil dos cupcakes selecionados para estudo. Os resultados encontrados mostram que há uma variedade de trabalhos publicados sobre o uso da farinha e pectina de maracujá na indústria de alimentos, assim como foram relatados seus benefícios à saúde (efeito hipoglicêmico, hipocolesterolêmico e laxativo). A farinha e pectina produzidas apresentaram boa qualidade e os cupcakes produzidos, tanto com pectina (5%), como com a farinha do maracujá (5%) mostraram alto conteúdo de fibras, um perfil de textura característico para o produto, sabor e aroma satisfatórios. Desta forma, a farinha de maracujá e a pectina são uma alternativa viável de aplicação de farinhas não tradicionais na elaboração ou enriquecimentos de outros alimentos, como forma de aproveitar os resíduos da agroindústria, minimizando os problemas ambientais provenientes do descarte dos mesmos, porém é necessário que estudos mais aprofundados sejam realizados, a fim de verificar o efeito desses ingredientes na aceitação do produto pelos consumidores, bem como o efeito na prevenção e controle do diabetes e outros possíveis benefícios à saúde.

Palavras-chave: *P.edulis*; pectina; cupcake; benefícios a saúde.

ABSTRACT

Passion fruit albedo discarded as waste can be used in the production of flour, as it is rich in soluble fibers such as pectin, which provide health benefits, such as lowering blood glucose and cholesterol. The present work had the following objectives: 1) to study aspects of the use of flour from the processing of passion fruit in food. For this, a systematic review of the literature on the applicability of passion fruit flour and pectin in the food and health industry was carried out in three stages: title reading, abstract reading and reading of the full paper, according to the established inclusion and exclusion criteria; 2) elaborate and characterize non-traditional flours. For this, the albedo of passion fruit husks, supplied by a local pulp industry, was extracted for the production of flour. Commercial flours were purchased from the local commerce and together with albedo flour were characterized according to the AOAC methodology (2000). 3) produce and characterize banana-based cupcakes containing passion fruit fibers. After several tests, 3 cupcake formulations were produced and evaluated for chemical composition and texture profile. Pectin characterization (yield, water and oil retention capacity, monosaccharide composition, esterification degree, acetyl content) obtained from passion fruit albedo and physical-chemical characterization (AOAC, 2000) and profile were also carried out. of the cupcakes selected for study. The results found show that there is a variety of studies published on the use of passion fruit flour and pectin in the food industry, as well as its health benefits (hypoglycemic, hypocholesterolemic and laxative effects) have been reported. The flour and pectin produced were of good quality and the cupcakes produced with both pectin (5%) and passion fruit flour (5%) showed high fiber content, a characteristic texture profile for the product, satisfactory flavor and aroma. . In this way, passion fruit flour and pectin are a viable alternative for the application of non-traditional flours in the preparation or enrichment of other foods, as a way to take advantage of agroindustry waste, minimizing the environmental problems arising from their disposal, but it is necessary that further studies are carried out in order to verify the effect of these ingredients on the acceptance of the product by consumers, as well as the effect on the prevention and control of diabetes and other possible health benefits.

Keywords: *P.edulis*; pectin; cupcake; health benefits.

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 2. 1 – Fluxograma de produção da farinha do albedo do maracujá	58
Figura 2.2 – Extração do albedo e secagem do albedo	58
Figura 2.3 – Farinha obtida do albedo do maracujá	59

Capítulo 3

Figura 3.1 – Fluxograma para obtenção de pectina	70
Figura 3.2 – Extração e secagem da pectina	70
Figura 3.3 – Formulações selecionadas para estudo	74
Figura 3.4 – Formulações-teste para definição da formulação padrão	80
Figura 3.5 – Formulações T1 e T2	81
Figura 3.6 – Formulações T3 e T4	81

LISTA DE QUADROS

Capítulo 3

Quadro 3. 1 – Teste para definição das formulações	73
--	----

LISTA DE SIGLAS

AChE – acetilcolinesterase

AD-DF - Digestibilidade aparente da fibra alimentar

AgPR - peptídeo relacionado ao agouti

AIN – American Institute of Nutrition

ALP – fosfatase alcalina

ALT – alanina transaminase

AST – aspartato transaminase

AUC – curva de glicose

Aw – Atividade da água

CART – expressão do transcrito regulado por cocaína e anfetaminas

CAT – atividade da catalase

CBG – Glicemia capilar

CEASAs – Centrais de Abastecimento

CRA – Capacidade de retenção de água

CRO – Capacidade de retenção de óleo

CT – Colesterol total

DAI – Índice de atividade de doença médio diário

DE – Grau de metil-esterificação

DFP – Produção fecal seca

DPPH – 2,2-difenil-1-picril-hidrazil

DSS – Sulfato de dextrano de sódio

DTNB – 5,5'-dithiobis-(2-nitrobenzoic acid) (reagente de Ellman's)

EI – Índice de expansão

EMP – Teste de labirinto cruz elevado

FAM – Farinha do albedo do maracujá

FAMF – Farinha produzida a partir do albedo do maracujá

FAO – *Food and Agriculture Organization*

FBG – Glicemia de jejum

FER – Eficiência alimentar

FLIP – Lipídios fecais

FM – Umidade fecal

FMAW: Farinha de maracujá de marca W

FMAY: Farinha de maracujá de marca Y

FMAX: Farinha de maracujá de marca X
FMAZ: Farinha de maracujá de marca Z
FN – Nitrogênio fecal
FRAP – Ferric Reducing Antioxidant Power
GAPD – Gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase
GC – Cromatografia gasosa
GPx - Glutathione peroxidase
GSH – Glutathione reduzida hepática
GTT – Teste de tolerância à glicose
HbA1c – Hemoglobina glicada
HDL-C – Colesterol de alta densidade
HF - *High fat*
HFPE - *High fat* + farinha de casca de *P. edulis*
HIV – Vírus da Imunodeficiência Humana
HMP – Pectina de alta metoxilação
HOMA-IR – *Homeostatic Model Assessment - Insulin Resistance*
IAC – Índice de adiposidade central
IDF – Fibra insolúvel
iGTT – Teste de tolerância à glicose intraperitoneal
IL-1 β – Isoleucina 1 β
IL-6 – Isoleucina 6
IMC – Índice de massa corporal
ITT – Teste de tolerância à insulina
LMP – Pectina de baixa metoxilação
NO – Óxido nítrico
NPY – Neuropeptídeo Y
OGTT – Teste de tolerância oral à glicose
P – Pectina
P1 – Padrão 1
P2 – Padrão 2
PCR – Proteína C reativa
POMC – Pró-opiomelanocortina
R24 – Recordatório de 24 h
RCQ – Relação cintura quadril

SDF – Fibra solúvel

SOD – Superóxido dismutase

SV – Volume específico

TBARS – Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico

T1 – Teste 1

T2 – Teste 2

T3 – Teste 3

T4 – Teste 4

T5 – Teste 5

T6 – Teste 6

TG – Triglicerídeos

TNF – Fator de necrose tumoral

TNF- α – Fator de necrose tumoral α

Ypec – Rendimento da pectina

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1.1 – Resultados da busca por base de dados e fases de seleção dos trabalhos pertinentes ao estudo	21
Tabela 1.2 – Panifícios e massas produzidos com Farinha de Maracujá	25
Tabela 1.3 – Outros produtos desenvolvidos com coprodutos de maracujá	30
Tabela 1.4 – Efeito dos produtos do maracujá em animais	39
Tabela 1.5 – Efeito dos produtos do maracujá em seres humanos	51

Capítulo 2

Tabela 2.1 – Caracterização físico-química das farinhas de albedo de maracujá	61
---	----

Capítulo 3

Tabela 3.1 – Caracterização da pectina (média $\pm$ DP) da pectina extraída do albedo do maracujá	77
Tabela 3.2 – Cor (média $\pm$ DP)* na crosta e no centro de cupcakes à base de banana contendo fibra de maracujá	82
Tabela 3.3 – Composição físico-química (média $\pm$ DP)* de cupcakes à base de banana contendo fibra de maracujá	83
Tabela 3.4 – Perfil TPA (média $\pm$ DP)* após 1 e 4 dias de armazenamento	86

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1 – FIBRA DO MARACUJÁ E SUA APLICABILIDADE EM ALIMENTOS E NA SAÚDE: UM ESTUDO DE REVISÃO	19
1. INTRODUÇÃO	19
2. MATERIAIS E MÉTODOS	20
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
3.1 <i>Desenvolvimento de Produtos Alimentícios</i>	21
3.2 <i>Panifícios</i>	21
3.3 <i>Outros Produtos</i>	23
3.4 <i>Atividades Biológicas de Coprodutos do Maracujá</i>	28
3.5 <i>Atividade biológicas in vitro</i>	29
3.5 <i>Atividade biológica em animais</i>	34
3.6 <i>Atividade biológica em Humanos</i>	49
4. CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
CAPÍTULO 2 – ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FARINHAS NÃO TRADICIONAIS	56
1. INTRODUÇÃO	56
2. MATERIAIS E MÉTODOS	57
2.1 <i>Materiais</i>	57
2.2. <i>Métodos</i>	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	60
4. CONCLUSÕES.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64
CAPÍTULO 3 – ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CUPCAKES À BASE DE BANANA CONTENDO FIBRA DE MARACUJÁ.....	67
1. INTRODUÇÃO	67
2. MATERIAIS E MÉTODOS	68
2.1 <i>Obtenção da farinha do albedo de maracujá</i>	68
2.2. <i>Extração da pectina da casca de maracujá</i>	69
2.3. <i>Caracterização da pectina da casca de maracujá</i>	69
2.3.1. <i>Rendimento</i>	69

2.3.2. Capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de retenção de óleo (CRE)	71
2.3.3. Composição monossacarídica	71
2.3.4 Grau de metil-esterificação (DE)	71
2.3.5 Teor de acetil	72
2.4. Teste de Formulações	73
2.5. Caracterização dos Cupcakes	73
2.5.1 Caracterização Físico-Química	74
2.5.2 Análise de Textura	75
2.6. Estatística	75
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
3.1 Caracterização da pectina da casca de maracujá	76
3.1.1 Rendimento	76
3.1.2 Capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de retenção de óleo (CRE)	76
3.1.3 Composição monossacarídica	78
3.1.4 Grau de metil-esterificação	78
3.1.5 Teor de acetil	79
3.2. Teste de Formulações	79
3.3. Caracterização dos Cupcakes	81
3.1. Composição Físico-química	81
3.2. Perfil de Textura	85
4. CONCLUSÕES	87
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	88
DISCUSSÃO GERAL	92
CONCLUSÃO GERAL	95
APÊNDICE	96
APÊNDICE A – Caracterização físico-química de farinhas não tradicionais e sua aplicabilidade em barras de cereais	96

INTRODUÇÃO

Estudos realizados pela *Food and Agriculture Organization (FAO)* em 2016, mostram que toneladas de alimentos são descartadas durante o processamento de frutas e verduras e pós-colheita (BRITO *et al.*, 2019). Os resíduos provenientes de indústrias de alimentos são descartados e causam problemas ambientais, quando poderiam ser utilizados para produção de outros alimentos e/ou enriquecimento nutricional de outros já existentes, tendo em vista que o valor nutricional desses resíduos muitas vezes é maior do que a parte considerada comestível do alimento que lhe deu origem (ALBUQUERQUE *et al.*, 2019; PADILHA E BASSO, 2015).

O albedo do maracujá descartado como resíduo pode ser utilizado para produção de farinhas através da trituração, tendo em vista ser rico em fibras solúveis como pectina, que proporcionam uma melhora fisiológica nos níveis de colesterol e glicose sanguínea, além de contribuir para saúde intestinal (CUNHA, 2018).

A pectina é um polissacarídeo estrutural da casca de frutas cítricas e também de maçã, muito utilizada na indústria de alimentos como geleificante e estabilizante (SANTOS *et al.*, 2018; CANTERI *et al.*, 2012; PINHEIRO, 2007). Possui estrutura química heterogênea, composta principalmente de ácido galacturônico (KAZEMI, KHODAIYAN, HOSSEINI, 2019; ZANELLA, 2013) e é classificada de acordo com o grau de esterificação, propriedade que confere firmeza ao gel, o que pode interferir na solubilidade e, conseqüentemente, na formação do gel (DE OLIVEIRA; WILLMS, 2016; ZANELLA, 2013).

Além da utilização, pela indústria alimentícia, como estabilizante, espessante ou emulsificante, a pectina vem sendo utilizada em tratamentos na área de saúde, como na redução do colesterol e glicemia (DE ARAUJO *et al.*, 2017; ZANELLA, 2013; JANEIRO, 2008) e como transportador de probióticos em alimentos, como bebidas fermentadas e não fermentadas (SANTOS, ANDRADE e GOUVEIA, 2017).

A farinha de trigo utilizada em variados produtos de panificação (pães, biscoitos, bolos etc.) pode ser substituída pela farinha de maracujá e pectina, a fim de melhorar a qualidade nutricional, aumentando os teores de fibras e vitaminas nos alimentos e reduzindo a quantidade de carboidrato que contribui significativamente para o aumento da glicemia, principalmente em pacientes diabéticos (WASZAK; FERREIRA, 2016; OZORES, STORCK; FOGAÇA, 2014; FOSCHIA *et al.*, 2013).

Tendo em vista que vários estudos mostram a ação hipoglicemiante da farinha da casca do maracujá devido à grande quantidade de fibras em sua composição e levando em consideração que cerca de 20% desta é composta de pectina (fibra solúvel), o presente estudo teve como objetivos realizar revisão de literatura acerca do uso da fibra de maracujá e sua aplicabilidade em alimentos e na saúde, produzir e caracterizar farinha de albedo de maracujá e comparar com farinhas de maracujá comerciais e elaborar e caracterizar cupcakes à base de banana contendo farinha e/ou pectina de maracujá em sua formulação, a fim de desenvolver um produto rico em fibras, possível de ser consumido tanto pela população saudável, como por diabéticos.

CAPÍTULO 1 – FIBRA DO MARACUJÁ E SUA APLICABILIDADE EM ALIMENTOS E NA SAÚDE: UM ESTUDO DE REVISÃO

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, atingindo, em 2019, cerca de 593.429 toneladas (t). Destas, 62,3% provêm da região Nordeste, sendo o Ceará o segundo produtor nacional com 145.102 t, 24% de toda produção, ficando atrás somente da Bahia (IBGE, 2020).

Além de grande produtor, o Brasil também é um grande consumidor do maracujá, sendo ínfima a exportação desta fruta, que se dá através do suco concentrado. O mercado nacional do maracujá é dividido em dois segmentos: agroindústria (40% da produção) para extração de polpa para sucos e polpas congeladas, néctar, sorvetes e alguns nutracêuticos; e fruta fresca (60% da produção), destinada ao abastecimento do mercado de frutas in natura, abastecimento de atacadistas, Centrais de Abastecimento (CEASAs), feiras e supermercados, sendo metade da produção para cada segmento (CAVICHOLI *et al.* 2018; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

O processamento industrial do maracujá, para produção de polpa e sucos, gera grandes quantidades de resíduos, sendo estes cascas, sementes, albedo e bagaço, chegando a aproximadamente 67 – 70% do descarte, o que gera prejuízos ao meio ambiente, tendo em vista que o valor nutricional desses resíduos muitas vezes é maior do que a parte considerada comestível do alimento que lhe deu origem e poderiam ser utilizados para produção de outros alimentos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2019; BRANCO 2017; PADILHA; BASSO, 2015).

O aproveitamento dos resíduos da agroindústria de frutas tem sido bastante explorado no Brasil, a fim de reduzir e eliminar o desperdício de alimentos e também no intuito de agregar valor a esses produtos, pois além da importância econômica, tem-se, com essa prática, grandes benefícios para o meio ambiente e para sociedade. Uma variedade de produtos pode ser gerada pelo uso de resíduos da agroindústria do maracujá, como óleo, farelo desengordurado (torta) e farinha (FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

O albedo, camada interna branca, compõe cerca de 40% do maracujá, é um material rico em fibra, especialmente, pectina, e pode ser transformado em farinha e aplicada no enriquecimento ou elaboração de alimentos, como panificados, geleia e doces ou consumido diretamente pela população, pois vários estudos mostram que esta fibra proporciona uma

melhora fisiológica nos níveis de colesterol e glicose sanguínea, além de contribuir para a saúde intestinal (CUNHA, 2018; FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

O objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão na literatura sobre o uso da fibra de maracujá (farinha ou pectina) e a sua aplicabilidade na produção de alimentos e na saúde.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi elaborado com base em uma pesquisa bibliográfica realizada nas bases de dados *Science Direct*, *PubMed*, *BVS* e *Scielo*, de 5 anos (2015 – 2020). Utilizou-se os descritores “*pectin*”, “*application food*”, “*passion fruit*”, “*diabetes mellitus*”, “*passion fruit flour*” e seus correspondentes em Português. Foram excluídos os artigos de revisão, artigos que tratavam exclusivamente sobre extração, análise estrutural e físico-química.

A seleção dos artigos foi realizada em 3 etapas: na primeira, os descritores foram colocados nas bases de dados e aplicou-se os operadores lógicos “AND”, “OR” para a combinação dos descritores e termos utilizados para rastrear as publicações; a segunda etapa constituiu-se da leitura dos resumos e a terceira, da leitura do trabalho completo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com as etapas descritas na metodologia, foram encontrados 686 artigos com títulos contendo os descritores. Foram, então, excluídos os trabalhos que não eram artigos científicos, que não tratavam do tema e os trabalhos duplicados nas bases, resultando em 101 artigos para leitura dos resumos, o que possibilitou a exclusão dos artigos que não corroboravam os objetivos do estudo, como uso de outras fontes de pectina que não fossem de maracujá. Destes, 23 preencheram os critérios estabelecidos, sendo selecionados de forma criteriosa pelos pesquisadores com base nas perguntas que nortearam o estudo e lidos na íntegra (Tabela 1.1).

Os trabalhos foram agrupados em duas categorias descritas a seguir: desenvolvimento de produtos alimentícios (panifícios e outros produtos) e atividade biológica. Em seguida, foram realizadas a extração e análise dos dados, a fim de discutir de forma mais precisa os achados da literatura.

Tabela 1.1 – Resultados da busca por base de dados e fases de seleção dos trabalhos pertinentes ao estudo.

Base de Dados	Títulos		Resumos		Artigos	
	Total	Selecionado	Total	Selecionado	Total	Selecionado
<i>Scielo</i>	19	6	6	3	3	3
<i>Sciene Direct</i>	241	24	24	16	16	14
<i>Pubmed</i>	338	58	58	2	2	2
<i>BVS</i>	88	13	13	5	5	4
Total	686	101	101	26	26	23

BVS: Biblioteca Virtual em Saúde.

Fonte: Autor, 2021.

3.1 Desenvolvimento de Produtos Alimentícios

O desenvolvimento de novos produtos alimentícios é uma prática constante na indústria de alimentos na busca por um diferencial diante do mercado altamente competitivo. Trata-se de um processo complexo para identificar as necessidades e preferências dos consumidores, viabilidade do produto no mercado, entre outros anseios do público (SENA, *et al.*, 2017; LAUSCHNER *et al.*, 2016).

A população, cada dia mais consciente da importância de uma boa alimentação para a saúde, busca alimentos com maior qualidade nutricional, ricos em fibras e com propriedades funcionais, com reduzido teor de gordura e açúcar, levando a indústria alimentícia a inovar e desenvolver produtos de valor nutricional agregado, utilizando, para tal, o aproveitamento de resíduos provenientes do processamento de outros alimentos como vegetais e frutas (GARCIA *et al.*, 2019; MAIA, 2018; LUPANI *et al.*, 2011).

Dentre os vários resíduos utilizados para a elaboração de novos produtos alimentícios, a casca do maracujá vem sendo muito aplicada, visto que a fabricação de sucos e polpas geram grande quantidade deste material, que pode ser transformado em farinha para incorporação em novos produtos, como panifícios (DAMASCENO, 2018; PAZ, 2016; OZORES, *et al.*, 2014; OLIVEIRA, *et al.* 2002).

3.2 Panifícios

Dentre os artigos incluídos no estudo, seis deles empregaram a farinha de maracujá para elaboração de panifícios, sendo incorporada no preparo de biscoitos e massas. Comentários

sobre os resultados e conclusões relatadas nesses trabalhos estão descritos na Tabela 1.2 e a metodologia empregada em cada trabalho descrita abaixo.

Santos *et al.* (2015) produziram duas formulações experimentais contendo farinha de trigo, açúcar refinado, margarina e fermento em pó, sendo que, na formulação 1, a farinha de trigo foi substituída por farinha do albedo de maracujá (8%) e farinha de casca de abóbora (6%) + 60 ml de suco de maracujá; já na formulação 2, o único diferencial em relação à formulação 1 foi a quantidade de suco de maracujá adicionada (50 ml). Essas formulações foram comparadas com biscoitos comerciais sem glúten (3) e sem açúcar (4), foram realizados testes de perfil de escolha livre e testes afetivos (aceitação e intenção de compra) para avaliar as características sensoriais e composição química. No mesmo ano, Ferreira *et al.* desenvolveram produtos alimentícios (farinha e biscoito) com resíduo sólidos provenientes da fabricação de uma bebida isotônica composta por frutas e vegetais (laranja, maracujá e melancia e vegetais alface, abobrinha, cenoura, espinafre, hortelã, taro, pepino e rúcula). Os resíduos foram secos em estufa (65 ° C por 6 h) e triturados para obtenção da farinha (FVR) utilizada na preparação de biscoitos (B1: salgado, B2: agridoce, B3: doce) e barras de cereais (C1: salgada, C2 e C3: doces). Para o preparo de B1 foi usada uma mistura de 80:20 de farinha de trigo e FVR; já para B2 e B3, 65:35. As formulações de barras de cereais foram variadas e usaram FVR, farinha de arroz, aveia em flocos, linhaça e clara de ovo, azeite e condimento (C1); para o preparo de C2, retirou-se a clara, o azeite e condimentos e adicionou-se xarope sacarose, açúcar mascavo e cacau em pó; já C3 não usou farinha de arroz e foi aumentada a quantidade de aveia em flocos. Todas as formulações foram analisadas quanto à composição físico-química, microbiológica e aceitação sensorial.

Com o objetivo de incorporar farinha de maracujá (PFPF) na elaboração de biscoitos dietéticos, Garcia *et al.* (2019) obtiveram a mesma a partir da secagem da casca de *Passiflora edulis Sims f. Flavicarpa Deg.*, fizeram a caracterização e produziram quatro formulações de biscoito tipo cookies (F1, F2, F3 e F4) com 0%, 10%, 20% e 30% de PFPF, respectivamente, e realizaram as qualidades químicas, microbiológicas e sensoriais dos cookies.

Os biscoitos produzidos por Weng *et al.* (2020) foram formulados utilizando dois tipos de farinha de maracujá (PFPF) produzidos por eles, provenientes de *Passiflora edulis Sims.* (maracujá roxo) e *Passiflora edulis f. Flavicarpa* (maracujá amarelo). As formulações elaboradas foram sete, sendo elas: um controle (sem adição de farinha de maracujá), três contendo 5%, 10% e 15% de farinha de maracujá roxo e três com as mesmas concentrações de

farinha de maracujá amarelo em substituição à farinha de trigo. Foram avaliados nestes, os efeitos das diferentes concentrações nas características da massa e dos biscoitos prontos.

Massa fresca sem glúten, tipo fettuccine, foi o produto desenvolvido por Ribeiro *et al.* (2018). Estes prepararam três formulações, contendo formulações controle 0% PPF, 10% PPF e 20% PPF e realizaram as caracterizações tecnológica, físico-química e sensorial. Costa *et al.* (2015) utilizaram a farinha de maracujá obtida a partir da casca de frutos adquiridos no comércio local e elaboraram quatro formulações de massa fresca, tipo talharim, com os seguintes ingredientes: ovo, farinha de trigo sem fermento, azeite, a farinha da casca do maracujá (FCM) e água em quantidade suficiente para obtenção da consistência característica do produto. As quantidades de FCM foram 0%, 25%, 30% e 35%, nas formulações, 1, 2, 3 e 4 respectivamente, nas quais foram avaliados umidade e rendimento e realizada a análise sensorial, além de ser avaliada a resposta glicêmica da formulação 2.

Observa-se da pesquisa que, para produtos panificados, a substituição em até 5% de farinha de trigo por farinha de albedo de maracujá beneficia a qualidade tecnológica dos produtos sem alterar, significativamente, a qualidade sensorial.

3.3 Outros Produtos

A farinha de maracujá foi utilizada em outros estudos na elaboração de produtos como iogurte funcional, bebida probiótica, maionese, cereal matinal e agente encapsulante, estando os resultados e conclusão dos trabalhos descritos abaixo relatados na Tabela 1.3.

Perina *et al.* (2015) elaboraram cinco formulações de iogurte funcional, usando uma mistura de leite e base de frutas na proporção de 80:20 pp, adicionadas de emulsão de óleo vegetal, casca de maracujá em pó, fermentado por StLbBl a 42 ° C (Y1); gordura de creme de leite, casca de maracujá em pó, fermentado com StLbBl a 42 ° C (Y2); emulsão de óleo vegetal, casca de maracujá em pó, fermentado com StLbBl a 37 ° C (Y3); gordura de creme de leite, casca de maracujá em pó, fermentado com StLbBl a 37 ° C (Y4) e iogurte controle (YC): gordura de leite, fermentado com StLb a 42 ° C. Para produção do iogurte foram utilizadas *Culturas Lactic Starter* (3 cepas: *Streptococcus thermophilus* cepa TA040, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* cepa LB340, e *Bifidobacterium lactis* (*Bifidobacterium espécie* 420)). A contagem de células viáveis foi feita após 14 dias de refrigeração, foi analisada a textura e realizada a análise sensorial nos iogurtes.

Santos *et al.* (2017) produziram oito bebidas probióticas contendo pectina comercial (CP), pectina de maracujá da caatinga (PE) e polpa de maracujá com e sem adição de sacarose, fermentadas e não fermentadas, contendo cepas de *L. rhamnosus* ATCC 7469, com o objetivo de avaliar a sua viabilidade em condições gastrointestinais simuladas. A pectina de maracujá da caatinga (PE) foi obtida a partir da extração da farinha da casca do maracujá, sendo a bebida probiótica produzida com 20% (v/v) da polpa com pasteurização posterior (65 °C por 35 minutos) para obtenção de bebidas não fermentadas e adicionada *L. rhamnosus* ATCC 7469, incubada a 37 °C por 24 h, para obtenção de bebidas fermentadas. A sobrevivência dos micro-organismos foi avaliada, bem como concentrações lácticas, ácido cítrico, sacarose e pH.

Em estudo realizado por Coelho *et. al.* (2019), foram preparadas duas amostras de farinhas de casca de maracujá, onde uma passou pelo processo de maceração (farinha tratada – TF) e a outra não sofreu maceração (farinha não tratada – UF). Foram realizadas análises reológicas das farinhas preparadas de hidrocolóides comerciais (carragenina, goma guar, goma xantana, pectinas de baixo – LMP e alta metoxilação – HMP). As propriedades tecnológicas de TF e UF foram testadas na elaboração de quatro produtos (néctar, fruta estruturada, calda de sorvete de maracujá e maionese), oito formulações foram produzidas, sendo cinco com diferentes tipos de aditivos comerciais, uma com TF, outra com UF e uma sem hidrocolóides (controle). Foi testado o poder estabilizante da farinha no néctar de maracujá; na maionese, foi testada a ação emulsificante e cor; atividade de água e ação espessante foram testadas no xarope de maracujá; a ação gelificante foi analisada no maracujá estruturado.

Alonso Santos *et. al.* (2019) produziram um alimento (tipo cereal matinal) utilizando mix de farinha de arroz, de maracujá comercial e soro de leite em pó (87:03:10) respectivamente e embalou sob diferentes níveis de umidade e temperatura de extrusão de 60 a 110 °C, de acordo com design experimental, a fim de avaliar o efeito destes nas características do produto. Foi avaliada a composição física (volume específico - SV, índice de expansão – EI e cor) e o cereal selecionado (maiores valores de EI, SV e cromaticidade a*) foi analisado quanto à composição química, risco microbiológico e aceitação.

Tabela 1. 2 – Panifícios e massas produzidos com Farinha de Maracujá.

AUTOR/ ANO	PRODUTOS	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Santos <i>et al.</i> , 2015	Biscoito	Apresentou uma formulação com quantidade superior de fibra e proteína em relação ao controle e com boa aceitação e intenção de compra pelos consumidores	As formulações experimentais (1 e 2) propostas pelos autores apresentaram-se compatíveis comercialmente com as marcas disponíveis no mercado, com características sensoriais semelhantes e qualidade nutricional superior.
Ferreira <i>et al.</i> , 2015	Biscoitos Barra de cereais	As formulações com maior teor de farinha de resíduos vegetais em substituição à farinha de trigo apresentaram maior teor de proteínas, fibras e cinza. Todas as formulações atendem a legislação quanto ao padrão microbiológico. Todos os produtos (biscoitos e barras) apresentaram aceitação razoável entre os consumidores.	A farinha de resíduos vegetais (FVR) é um produto viável para ser aplicado na produção de novos alimentos, podendo ser considerada com um ingrediente funcional e de baixa caloria, além de promover a redução do desperdício.
Garcia <i>et al.</i> , 2019	Biscoito (cookies)	Foi observado um aumento significativo do teor de cinzas e fibra com o aumento da concentração de farinha de maracujá (PFPF) e redução de lipídios, carboidrato total e valor calórico total; O padrão microbiológico estava adequado em todas as formulações, atendendo a legislação; Todas as formulações apresentaram características sensoriais semelhantes e tiveram boa aceitação em relação ao controle, sendo que apenas a cor e a textura não tiveram influência nesse resultado.	A PFPF, por apresentar um alto teor de fibra e minerais, pode ser incorporada como suplemento alimentar e utilizada na elaboração de biscoitos dietéticos, em até 30%, em substituição à farinha de trigo sem alterar a aceitação sensorial e valorizando os resíduos da agroindústria.

... continuação Tabela 1. 2

AUTOR/ ANO	PRODUTOS	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Weng <i>et al.</i> , 2020	Biscoito	<u>Massa</u>: Foi observado pelos autores o escurecimento da massa, à medida que aumentava a concentração de farinha, sendo mais significativo nas formulações com farinha do maracujá roxo; Para ambas as farinhas de maracujá (PFPF), roxa ou amarela, houve melhora em todos os parâmetros de textura quando incorporadas 5% de PFPF; nas massas com 10% de PFPF, houve melhora na dureza e viscosidade, porém houve redução da elasticidade, coesão e resiliência; nas massas com 20%, houve redução nas mudanças de textura. <u>Biscoitos</u>: atividade de água reduziu, conforme aumento da PFPF. Sensorialmente, os biscoitos com 5% de PFPF tiveram melhor aceitação, principalmente em relação à cor e sabor);	Uso de PFPF é viável e melhora o valor nutricional de biscoitos, devido a seu alto teor de fibras, além de proporcionar melhora nas propriedades texturais, tanto da massa, quanto do biscoito, levando a redução da umidade e atividades de água e melhor aceitação, quando na concentração de 5% entre as testadas (5, 10 e 20%).
Ribeiro, <i>et al.</i> , 2018	Fettuccine	Formulações com farinhas comerciais de arroz, milho e casca de maracujá (PPF) apresentaram tempo de cocção, absorção de água e perda de sólidos solúveis superiores ao controle; não houve diferença no volume da massa, já a cor ficou mais escura nas formulações com PPF; a formulação controle teve melhor aceitação quanto à aparência, cor e sabor, além de sabor e texturas semelhantes às demais;	O uso da PPF é um ingrediente viável para produção de massa sem glúten de maior valor nutricional.
Continua...			

...Continua Tabela 1.2

AUTOR/ ANO	PRODUTOS	RESULTADOS	CONCLUSÃO
		a substituição de 10 % da farinha de trigo por PPF teve melhores propriedades tecnológicas, sensoriais e intenção de compra que a substituição de 20%; umidade, cinzas e fibras foram superiores nas mostras que tiveram 10% de substituição em relação ao controle, não havendo diferença no que se refere a proteínas e fibras.	
Costa <i>et al.</i> , 2015	Talharim	O rendimento da massa foi maior na formulação com substituição de 30% de farinha de trigo por farinha da casca do maracujá (FCM); a preferência dos consumidores foi maior para a formulação apenas com farinha de trigo; a cor foi o único atributo que não influenciou na preferência.	A adição de FCM em massas alimentícias contribui para o controle da glicemia, porém as formulações descritas no trabalho não foram bem aceitas pelos consumidores.

B1: salgada; B2: agridoce; B3:doce: FVR: Farinha de Resíduo Vegetal; PFPF/ PPF: Farinha da Casca de *P. flavicarpus*; FCM: Farinha da casca de maracujá; F3: 20% PFPF; F4: 30% PFPF.

Com o objetivo de verificar a aplicação do farelo de albedo de maracujá amarelo e de pectina cítrica (comercial) como agente encapsulante com função de nanodispersante de extrato de carotenoides de *Spirulina sp.* LEB 18, Bezerra *et al.* (2019) produziram a farinha do albedo, fizeram a extração da pectina, extraíram e quantificaram carotenoide da *Spirulina sp.* LEB 18 e prepararam quatro nanodispersões (ABF-EXT = Albedo Farinha + Extrato; BF- β = Farinha de Albedo + β -Caroteno; PEC- β = Pectina Comercial + β -Caroteno e PEC-EXT = Pectina Comercial + Extrato) pelo método de deslocamento de solvente, fazendo, em seguida, a caracterização da nanodispersão.

A maioria dos estudos relatados nesse trabalho (54,5%) mostra a aplicabilidade de produtos de resíduos do processamento do maracujá em panifícios, principalmente biscoitos, mas também podem ser utilizados na elaboração/incorporação em bolos, pães e outros panifícios pelas propriedades relatadas. Pode-se evidenciar a aplicação em outros produtos (iogurtes, maioneses, agentes encapsulantes etc.), tendo em vista as várias funções (estabilizantes, emulsificantes etc.) que tais resíduos podem proporcionar aos alimentos, além de fornecerem grande quantidade de fibras importantes para a alimentação saudável.

3.4 Atividades Biológicas de Coprodutos do Maracujá

Atividade biológica é o termo utilizado para descrever os efeitos benéficos que um determinado composto químico exerce sobre órgãos, tecidos e células, podendo ser de origem animal e vegetal. Entre eles temos carotenoides, polifenóis, flavonoides, fitoesteróis, fitoestrógeno, polissacarídeos, antocianinas etc. (DA SILVA; SILVA, 2016; DUARTE *et al.* 2016; KATZUNG, 1992; SRIVASTAVA; KULSHRESHTHA, 1989).

As fibras dietéticas são polissacarídeos não digeríveis, fermentados por bactérias intestinais que exercem várias funções fisiológicas como aumento do bolo fecal, redução de níveis de colesterol e resposta glicêmica à alimentação, dependendo da fonte de fibra. Compõem frutas, hortaliças e vegetais, que, quando processados, têm grande parte descartada na forma de resíduos, os quais podem ser utilizados pela indústria de alimentos na formulação de novos produtos ou enriquecimento de produtos já disponíveis no mercado (PALERMO, 2008).

Reiterando informações anteriores, os coprodutos provenientes do processamento do maracujá vêm sendo estudados, tanto na sua aplicação em alimentos, como nos seus efeitos para a saúde. Os trabalhos incluídos no estudo que relataram o uso de produtos do maracujá

(farinha da casca, albedo ou fibra) foram testados *in vitro*, em animais, em seres humanos e avaliaram desde a ação hipoglicemiante, efeito nas desordens metabólicas até a sua ação anti Alzheimer.

3.5 Atividade biológicas *in vitro*

Atividades biológicas de farinhas funcionais produzidas a partir de resíduos de maçã (fugi, gala e verde) e de casca de maracujá (*P. edulis*) foram avaliadas por Lima e colaboradores (2018). Neste estudo, extratos fenólicos das farinhas foram produzidos e avaliadas sua ação antioxidante, através da captura de radicais DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), atividade antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa* e ação anti-Alzheimer, através da ação inibitória acetilcolinesterase (AChE).

Todas as farinhas apresentaram ação antioxidante, sendo a farinha de maracujá a que apresentou maior eficiência na captura do radical DPPH, além de apresentar maior ação inibitória contra *S. aureus*, sendo seu extrato capaz de inibir a acetilcolinesterase. Já a farinha de maçã fuji foi mais eficaz na inibição de *Pseudomonas aeruginosa*.

Os autores concluíram que o maracujá e a maçã fuji apresentaram maior poder antioxidante, podendo atuar na prevenção de doenças cardiovasculares. Podem ainda ser usados como conservantes, uma vez que apresentam ação antimicrobiana, aumentando a vida útil de alimentos quando incorporados em produtos alimentícios. A farinha de maracujá apresentou baixa inibição da enzima AChE, mas, junto a sua grande capacidade antioxidante, pode ser utilizada como alimento funcional no tratamento complementar para pacientes com Alzheimer.

Tabela 1. 3 – Outros produtos desenvolvidos com coprodutos de maracujá

AUTOR/ ANO	PRODUTO	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Perina <i>et al.</i> , 2015	Iogurte Funcional	O pH do iogurte foi afetado quando adicionados óleo vegetal e pó de maracujá; nos iogurtes contendo pó de maracujá, a contagem de microrganismos viáveis atingiu a quantidade mínima exigida para promover benefícios à saúde como alimento com função probiótica; o pó de maracujá promoveu maior firmeza aos iogurtes, de acordo com a análise de textura; a formulação controle teve a maior aceitação em todos os atributos, seguida pela formulação Y4 (gordura de creme de leite, casca de maracujá em pó, fermentada com StLbBl a 37 ° C), que foi formulada com pó de maracujá, gordura do leite e fermentada a 42 ° C.	O uso de óleo vegetal e pó de maracujá adicionados na preparação, apesar de seus possíveis efeitos benéficos à saúde, geraram produtos com baixa aceitação, devendo ser avaliados mais criteriosamente.
Santos <i>et. al.</i> , 2017	Bebida Probiótica	Houve gelificação na bebida produzida com pectina de maracujá da caatinga (PE), sacarose e pH de 3,5. Já na bebida produzida com PE, não ocorreu gelificação, não houve mudança na aparência da bebida; a PE proporcionou maior sobrevida das bactérias probióticas que a pectina comercial (CP); nas bebidas fermentadas, a sobrevida foi maior naquelas sem sacarose e sem pectina, seguidas pela bebida com sacarose e PE; a estabilidade em relação à sobrevidas das bactérias probióticas (tempo inicial e final de armazenamento) foi maior nas bebidas probióticas contendo PE.	A pectina e a polpa do maracujá da Caatinga podem ser utilizadas como transportadores probióticos de alimentos, sendo necessários novos estudos com diferentes concentrações de PE para avaliar as propriedades de adesão de <i>L. rhamnosus</i> ATCC 7469 às células epiteliais intestinais.
Continua...			

... continuação da Tabela 1. 3

AUTOR/ ANO	PRODUTO	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Coelho et. al., 2019	Néctar	Carragena e goma guar promoveram melhor ação estabilizante com menor grau de decantação, seguidas pela TF e Pectina de Alta Metoxilação (HMP). Já a goma xantana não teve ação estabilizante; adesão e força não apresentaram diferença significativa entre as amostras preparadas com diferentes hidrocolóides; quanto à dureza, a goma guar e xantana apresentaram comportamento semelhante, porém diferiram das demais amostras contendo os outros aditivos.	As farinhas de maracujá tratada e não tratada podem ser utilizadas para aplicação em diferentes produtos alimentícios em substituição a hidrocolóides comerciais com ação estabilizante, emulsificante, espessante e gelificante, tendo a farinha tratada maior efeito nesses parâmetros. Entre os modelos testados, a farinha de maracujá se mostrou eficaz para uso em maionese e em fruta estruturada.
	Maionese	A coesividade e gomocidade foram maiores nas amostras preparadas com gomas guar e xantana, fato justificado pelo aumento da viscosidade; as farinhas tratadas (TF) e não tratadas (UF) apresentaram comportamento semelhante às gomas guar e xantana, quanto a sua ação espessante. Sendo assim, podem ser usadas em substituição a tais gomas na produção de maioneses; houve alteração da cor da maionese, de acordo com o hidrocolóide adicionado no preparo.	
	Calda de maracujá para sorvetes	A viscosidade foi maior nos xaropes adicionados de goma xantana, TF, goma guar e UF, passando de 48% para 187% UF e TF foram adicionadas ao xarope. Essas adições reduziram a atividade de água devido sua afinidade com a mesma; a textura variou significativamente, conforme o tipo de aditivo adicionado ao produto, sendo a firmeza maior nas formulações contendo HMP e TF, se assemelhando à jujuba; a cor variou de acordo com o	
	Fruta estruturada		
Continua...			

... Continuação Tabela 1. 3

AUTOR/ ANO	PRODUTO	RESULTADOS	CONCLUSÃO
		hidrocolóide e a concentração adicionados.	
Alonso Santos et. al., 2019	Cereal matinal	A aparência final foi afetada de acordo com a umidade e temperatura empregadas, sendo que, com teor de umidade mais baixo e temperatura inferior a 85°C, apresentou tons mais claros e acinzentados. A amostra submetida a temperaturas mais altas, com umidade superior a 15% era mais escura e também apresentou pouca expansão, tornando o produto mais denso e com bolhas de ar comprimido; o produto apresentou uma quantidade elevada de proteína em relação aos disponíveis no mercado, rico em fibras (6,12g/ 100g) e com baixo teor de lipídeos. O valor calórico elevado se deu, principalmente, pelo alto teor de carboidratos do produto; quanto à aceitabilidade, a crocância deve ser melhorada, através da redução da umidade; o aroma caramelo foi uma característica do produto, devido à presença do leite em pó; 38,33% dos avaliadores, provavelmente, comprariam o produto.	O produto de melhor qualidade foi o que apresentou teor de umidade de 15% com temperatura de extrusão de 85 °C. O alimento apresentou-se rico em fibras, porém com menor expansão e mais escuro que o padrão.
Bezerra et al, 2019	Agente encapsulante	As nanopartículas apresentaram estrutura oval, sendo semelhantes, independente do material utilizado; EE (eficiência do encapsulamento) para zeaxantina foi maior em ABF-EXT (Farinha de albedo + extrato) e PEC-EXT (Pectina comercial + Extrato), 96,67% e 97,94%, respectivamente e, para β -Caroteno,	A farinha do albedo de maracujá amarelo é uma possível alternativa para produção de nanodispersões de carotenoides com potencial para substituir polímeros comerciais e maior incorporação em diversas matrizes alimentares.
Continua ...			

... Continuação Tabela 1. 3

AUTOR/ ANO	PRODUTO	RESULTADOS	CONCLUSÃO
		96,76% e 98,25%, respectivamente, quando comparado ao β-Caroteno comercial ($ABF\text{-}\beta = 95,75\%$ e $PEC\text{-}\beta = 95,40\%$); o tamanho das partículas estava dentro da faixa recomendada pela literatura; <i>PdI</i> (índice de polidispersidade) indicou boa homogeneidade e o potencial zeta mostrou menor instabilidade nas nanodispersões formuladas com farinha de albedo do maracujá, que sofreu alterações significativas após armazenamento de 30 dias, se mantendo estável posteriormente; após 45 dias, nenhuma das formulações sofreu alterações significativas; nanodispersões $PEC\text{-}\beta$ (Pectina comercial + betacaroteno) e $PEC\text{-}EXT$ (Pectina comercial + Extrato) tiveram maior viscosidade que as demais, com significativo aumento em todas as formulações após 30 dias; houve aumento do pH em todas as formulações no decorrer de 60 dias de armazenamento, sendo que $ABF\text{-}EXT$ e $ABF\text{-}\beta$ apresentaram os maiores valores; houve alteração na cor com o armazenamento; não foi observada atividade antioxidante nas nanodispersões elaboradas a partir da farinha do albedo de maracujá e pectina comercial; <i>all-trans</i>-β-caroteno foi o carotenóide mais abundante (52%) na microalga <i>Spirulina</i> sp. Extrato LEB 18; a retenção de carotenoide foi semelhante em todas as formulações, porém, 60 dias após o armazenamento, nas formulações contendo extrato de <i>Spirulina</i> sp. e farinha do albedo essa retenção foi maior que nas demais.	

3.5 Atividade biológica em animais

A ação dos coprodutos do maracujá foi, em sua maioria, realizada em animais, estando os trabalhos que envolvem atividades biológicas investigados nessa pesquisa elencados abaixo e com resultados e conclusões disponíveis na Tabela 1. 4.

Dentre os vários estudos para avaliar ações biológicas da farinha do maracujá, o de Macagnan *et al.* (2015) investigou, em animais (ratos), os efeitos da dieta com suplementação de fibras da casca de maracujá, bagaços de maçã e de laranja. Estes produtos foram secos e transformados em farinhas e, posteriormente, foi realizado o ensaio biológico, no qual quatro tipos de dietas isocalóricas, contendo mesma quantidade de proteínas, lipídios e fibra alimentar, foram elaboradas, levando em consideração a composição química das farinhas preparadas e as recomendações do *American Institute of Nutrition (AIN)*. Na dieta controle (CEL), foi utilizada como fonte de fibra a celulose microcristalina. No tratamento teste AP, a fonte de fibra foi o bagaço da maçã. Já no tratamento teste OB, utilizou-se o bagaço da laranja e, por último, no tratamento PFP, a casca de maracujá. Após seis dias de adaptação em condições controladas, os animais tiveram a ingestão de ração determinada para avaliação do consumo, as fezes foram coletadas diariamente para avaliar a razão de eficiência alimentar (FER), produção fecal seca (DFP), digestibilidade aparente da fibra alimentar (AD-DF), teor de umidade fecal (FM), pH fecal, e excreção de nitrogênio fecal (FN) e lipídios (FLip) e o peso foi coletado a cada três dias. A partir do vigésimo dia de experimento, oito ratos (dois por tratamento) foram selecionados aleatoriamente e avaliou-se a glicemia pós-prandial (15, 30, 60, 90 e 189 minutos), sendo que o sangue foi coletado com os animais em jejum de 12 h e após a ingestão de 2 g da dieta experimental. Os animais que não receberam tratamento passaram por segundo experimento, no qual receberam 20 g da dieta experimental, adicionada de 0,5% de óxido crômico e verificou-se o tempo de trânsito intestinal. No último dia do estudo (dia 34), os animais foram pesados, coletado sangue da veia da cauda para análise da glicemia de jejum e, em seguida, foram sacrificados, tendo o fígado retirado para análise posterior.

Efeitos inflamatórios intestinais da farinha da casca de maracujá foram testados em ratos com colite ulcerativa induzida por sulfato de dextrano de sódio (DSS). Neste estudo, Cazarin *et al.* (2016) dividiram os animais em três grupos: saudáveis, não tratados não colíticos; colíticos controle DSS e tratado com *P. edulis* diluída na água de beber (40 mg/ rato). Fezes dos animais passaram por processo de fermentação *in vitro* com e sem farinha de maracujá em duas concentrações diferentes (5 mg / ml e 10 mg / ml), a fim de verificar a produção de ácidos

graxos de cadeia curta. A colite foi induzida nos animais através do uso de 3% (p / v) de DSS adicionados à água durante 5 dias, duas semanas após o início do experimento. Diariamente foi verificado o peso dos animais, a presença de sangue nas fezes, bem como sua consistência, sendo estes pontuados de acordo com os critérios propostos para determinar o Índice de Atividade de Doença médio diário (DAI). Foi realizada, também, a coleta de amostra de cólon distal, após sacrifício dos animais, para realização de exames dos tecidos.

Lima et. al, (2016), com o objetivo de investigar o efeito da ingestão de farinha de casca de *P. edulis* (PEPF) na expressão de RNA mensageiro de neuropeptídeos hipotalâmicos, sensibilidade à insulina e outros parâmetros metabólicos, dividiram ratos em 3 grupos: controle, alimentado com dieta normolipídica; um grupo *high fat* (HF) alimentado com uma dieta rica em gordura (35%) e um grupo com alto teor de gordura alimentado com 50% PEPF em substituição à celulose (HFPE). A alimentação rica em gordura foi fornecida aos grupos HF e HFPE por 4 semanas, a fim de provocar condições metabólicas relacionadas à obesidade e, posteriormente, o grupo HFPE recebeu, junto com a dieta rica em gordura, a PEPF (25 g/Kg de dieta) por 6 semanas. A ingestão de alimentos e o peso dos animais foram avaliados três vezes por semana e uma vez por semana, respectivamente. Após 10 semanas, os ratos foram sacrificados depois de um jejum de 12h e o sangue e tecidos foram coletados e armazenados. Foi realizado teste de tolerância à glicose intraperitoneal (iGTT) após 9 semanas e à insulina (ITT) após 10 semanas, a extração de RNA total foi realizada e testou-se sua concentração, pureza e integridade através da espectrometria. O nível hipotalâmico de neuropeptídeo Y (NPY), peptídeo relacionado ao agouti (AgPR), pró-opiomelanocortina (POMC) e a expressão do transcrito regulado por cocaína e anfetaminas (CART) foram determinados através do PCR total, o gene de referência utilizado foi o Gliceraldeído-3-fosfato desidrogenase (GAPD). Além disso, o estudo avaliou os níveis de hormônios intestinais e adipocinas.

Outro estudo envolvendo animais avaliou os efeitos de farinhas produzidas a partir de *P. edulis* sobre o seu comportamento, peso corporal, ingestão alimentar e efeitos fisiológicos (FIGUEIREDO *et al.*, 2016). Quarenta ratos albinos machos, com 60 dias de vida, foram divididos em quatro grupos: controle (GC), albedo (GA), flavedo (GF) e casca inteira (AFG), sendo que cada um recebeu a farinha (130 mg/kg) diluída em água e administrada, no mesmo horário, durante 30 dias, por gavagem. O comportamento dos ratos foi avaliado utilizando teste de campo aberto, para avaliar atividade locomotora e exploratória. Assim, o teste de coordenação motora foi realizado através do aparelho *Rota Rod Test* que mede o efeito de relaxamento ou descoordenação motora sobre o músculo e o teste de labirinto cruz elevado

(EPM) foi utilizado para explorar as bases neurológicas da ansiedade. O peso corporal foi verificado uma vez por semana, sempre no mesmo horário, e a ingestão alimentar foi medida através da subtração da ração fornecida e do resto de comida.

Com o objetivo de investigar o efeito da suplementação de farinha de maracujá (PFPE) sobre a sensibilidade à insulina, adiposidade e parâmetros metabólicos em ratos jovens ($n = 36$) que receberam bebidas enriquecidas com frutose por oito semanas, Goss, *et al.* (2018) dividiram os mesmos em 3 grupos ($n = 12$): G1 - controle (água + alimentação padrão), G2 (água com solução de frutose a 10% + alimentação padrão) e G3 (água com solução de frutose a 10% + alimentação padrão suplementada com 30% de PFPE) e avaliaram o consumo calórico, medida de circunferência da cintura (primeiro e último dia), teste de tolerância oral à glicose (OGTT) e à insulina (ITT). Após 12 h de jejum, foram coletadas amostras de sangue. Em seguida, os ratos receberam infusão de glicose (2g / kg de peso) e tiveram sangue coletado após 30, 60, 90 e 120 min. da infusão. A insulina (0,75 UI / kg de peso) foi injetada por via transperitoneal após 4 h do jejum, sendo, então, calculados a curva de glicose (AUC) e o índice HOMA-IR (*Homeostatic Model Assessment - Insulin Resistance*). Foram avaliados, também, a concentração total de colesterol (CT), o colesterol de alta densidade (HDL-C), os triglicerídeos (TG), o ácido úrico, a albumina, a creatinina, a ureia, a glicose e as atividades da aspartato transaminase (AST), da alanina transaminase (ALT), da fosfatase alcalina (ALP) e da insulina sérica. CT e TG hepático também foram avaliados, além da análise histológica do fígado.

Abboud *et al.* (2019) avaliaram a atividade gastroprotetora da fibra alimentar isolada da farinha de maracujá em modelo de úlcera induzida por etanol em ratos. A farinha foi produzida através da secagem e moagem da casca do maracujá e, em seguida, foi realizada a extração das fibras (solúvel – SDF e insolúvel – IDF) por método enzimático gravimétrico. Antes da indução da lesão gástrica aguda pela administração via oral de etanol PA (1 ml/animal), os animais foram submetidos ao pré-tratamento recebendo água (1ml/kg), sulcrafato (100 mg/ kg) ou omeprazol (40 mg/kg), SDF (a 0,1, 1 e 10 mg / kg) ou intraperitoneal (1 mg / kg). Após sacrifício dos animais, o estômago foi retirado e realizada a medição das lesões gástricas (fotografia), determinados o muco da parede gástrica e níveis reduzidos de glutathione – GSH.

Com o objetivo de avaliar o ganho de peso, adiposidade, expressão de enzimas antioxidantes e suas atividades, peroxidação lipídica no fígado, níveis de citocinas inflamatórias (soro) e proteínas relacionada a sua produção pelo tecido adiposo e no fígado, Vuolo *et al.* (2019) produziram farinha da casca de maracujá (flavado e albedo), realizaram análises

pertinentes (composição e antioxidantes) e, posteriormente, teste *in vivo* em ratos (n=24) machos por 10 semanas. Os animais foram divididos em 3 grupos: controle (C), alto teor de gordura (HF) e alto teor de gordura e farinha de maracujá (HFPF), recebendo, respectivamente, dieta normocalórica e normolipídica, 4% de óleo de soja e 31% de banha, 4% de óleo de soja e 31% de banha e HFPF. Os grupos C e HF receberam a mesma dieta durante todo o período, enquanto o grupo HFPF recebeu uma dieta hiperlipídica por 4 semanas, seguida da adição de PEPF por mais 6 semanas. Monitorou-se a ingestão alimentar (3 vezes/ semana) e peso (1 vez/ semana). Decorridas as 10 semanas, os animais foram sacrificados e seus tecidos, fígado e tecido adiposo foram analisados. Amostras de sangue também foram coletadas e analisadas. FRAP foi utilizado para medir a atividade antioxidante no soro e o nível de citocinas (TNF- α e IL-1 β) foi aferido através de ensaio de kit multiplex. Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foram determinadas no fígado, soro e tecido adiposo através de espectrofotômetro. A concentração de proteína dos homogenatos de tecidos foi quantificada pelo método de Bradford, os níveis GSH do fígado foram determinados usando o método de Ellman reagente (DTNB) no tampão fosfato. Atividade da glutathione peroxidase (GPx) foi avaliada. A atividade da catalase em homogenato de fígado foi medida usando um kit comercial. A ação imunobloqueadora foi detectada por quimioluminescência, utilizando um kit específico.

Com o objetivo de mostrar os efeitos da farinha da casca de *P. edulis* (PFPE) em distúrbios metabólicos causados por dieta de cafeteria em camundongos, De Faveri *et al.* (2020) prepararam extrato de PFPE comercial, realizaram análises *in vitro*, a fim de avaliar atividade antioxidante pelo ensaio de redução férrica/poder antioxidante (FRAP), pelo sistema β -caroteno / ácido linoléico, e atividade de eliminação de óxido nítrico (NO) e, também, teste *in vivo* (16 semanas), no qual 30 camundongos machos foram divididos em 3 grupos: 1 - controle (água e dieta padrão), 2 - grupo cafeteria – CAF (água e dieta de refeitório), 3 - grupo cafeteria e grupo PFPE (água e dieta de refeitório mais 15% de PEPF), nos quais foram realizados teste de tolerância à glicose (GTT), teste de tolerância à insulina (ITT), parâmetros bioquímicos (colesterol total, triglicérides, creatinina, glicose e atividade da aspartato transaminase – AST e alanina transaminase – ALT), extração de lipídios hepáticos (colesterol e triglicerídeos), além de determinados os marcadores antioxidantes no fígado (glutathione reduzida hepática - GSH, o nível de GSH, atividade da catalase – CAT, superóxido dismutase – SOD, glutathione peroxidase – GTx, conteúdo de proteína) e os níveis hepáticos de IL-6 e TNF.

Para avaliar o efeito gastroprotetor (*in vivo*) associado à ação antioxidante de polissacarídeos hidrossolúveis extraídos de coprodutos da acerola, caju, abacaxi, manga e

maracujá, Sabino *et al.* (2020) induziram dano gastrointestinal em ratos através da administração de etanol. Três grupos (n = 6 cada) foram estudados: o grupo controle recebeu apenas solução salina (1% p/v); o grupo etanol, solução salina (1% p/v) e etanol na concentração de 50% (0,5 ml/ kg) e o grupo polissacarídeos (6 animais para cada), solução salina (1% p/ v), etanol na concentração de 50% (0,5 ml/ kg) e polissacarídeo (1 mg/ kg) de cada coproduto em estudo. Os animais foram sacrificados 1h depois para realização dos testes no tecido do estômago (níveis de glutathione e malondialdeído). Anteriormente, os polissacarídeos foram caracterizados e realizados ensaios de citotoxicidade e antioxidantes.

Pelos trabalhos relatados acima, evidencia-se que estudos clínicos em animais apontam que a casca de maracujá promove redução significativa nos níveis de triglicerídeos e colesterol hepático, reduz a inflamação hepática, além de exercer importantes efeitos no controle da glicose pós-prandial. Melhora a homeostase da glicose e pode aumentar a saciedade (mecanismo molecular). Melhora à saúde intestinal sem impactar na regularidade do seu trânsito. Contribui para a manutenção da barreira intestinal, através do aumento da expressão das mucinas. Exerce efeitos anti-inflamatórios, efeitos gastroprotetores. Melhora o sistema antioxidante, previne o estresse oxidativo e diminui o armazenamento de gordura corporal.

Tabela 1.4 – Efeito dos produtos do maracujá em animais

AUTOR/ ANO	AMOSTRA	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Macagnan <i>et al.</i> , 2015	Bagaço da maçã (AP), bagaço da laranja (OB) e casca do maracujá (PFP)	A fonte de fibra não causou alterações significativas no consumo médio (14,5 g/d) e o peso dos animais; verificou-se maior umidade fecal nos animais alimentados com as dietas experimentais, principalmente AP; a digestibilidade das fibras testadas foi 7 vezes maior que o controle, com destaque para PFP, e gerou menor quantidade de fezes com teor de nitrogênio microbiano mais elevado, devido à ação das fibras solúveis; pH fecal reduziu, significativamente, em todos os tratamentos em relação ao controle, devido à produção de ácidos graxos de cadeias curtas produzidos durante a fermentação das fibras, sendo PFP menos eficiente que AP e OB; a excreção de gordura nas fezes também foi, significativamente, maior que no controle, sendo que, com bagaço da maçã, foi duas vezes maior; quanto ao tempo de trânsito intestinal, não foi observada influência significativa neste com a quantidade de fibra ofertada nos experimentos, tendo em vista a presença, tanto de frações de fibras solúveis, como insolúveis; a resposta glicêmica foi melhor nos animais que receberam as diferentes fibras,	Os resultados sugerem que os subprodutos da fruta têm uma influência positiva sobre os lipídios e metabolismo da glicose, sem efeitos negativos em ratos em crescimento durante o período. Tais subprodutos promoveram redução significativa nos níveis de triglicerídeos e colesterol hepático, além de terem exercido importantes efeitos no controle da glicose pós-prandial. Verificou-se também que estas fibras modificaram pontos primordiais na saúde intestinal, sem impactar na regularidade do seu trânsito.
Continua ...			

... Continua Tabela 1. 4

AUTOR/ ANO	AMOSTRA	RESULTADOS	CONCLUSÃO
		verificando-se uma curva menor, que demonstra o efeito das fibras no controle da glicemia, sendo que o maior impacto foi gerado por OB, apresentando o menor pico de glicose após 30 min. pós-prandial; apesar do nível de gordura total no fígado não ter sofrido redução significativa, houve redução nos níveis de triglicerídeos e colesterol total (34%) em relação ao controle.	
Cazarin <i>et al.</i> , 2016	Farinha de casca (flavedo + albedo)	Os efeitos (sangramento retal ou diarreia, perda de peso e anorexia) da ingestão de DSS foram mais evidentes no grupo de controle, que no grupo que recebeu <i>P. edulis</i> ; camundongos que receberam <i>P. edulis</i> não atingiram os valores DAI do controle DSS, mostrando efeito protetor contra os danos ao cólon, induzido por DSS; <i>P. edulis</i> preservou a integridade da barreira mucosa e reduziu a infiltração, além de ter promovido a queda das citocinas pró-inflamatórias IL-1 β , IL-6 e IL-17, em comparação com o grupo de controle DSS; polifenóis liberados da matriz alimentar para o lúmen podem proteger o ambiente intestinal contra o estresse oxidativo, pela diminuição da liberação de citocinas pró-inflamatórias;	O consumo de casca de <i>P. edulis</i> mostrou efeitos anti-inflamatórios no modelo de colite experimental DSS, confirmando, assim, os efeitos anteriores observados na colite TNBS modelo. Além disso, os resultados indicaram que a ingestão de <i>P. edulis</i> poderia contribuir para a manutenção da barreira intestinal, através do aumento da expressão das mucinas, diminuindo a expressão de MPPs e promovendo a produção de SCFA. Esses efeitos benéficos podem ser atribuídos à fibra e aos polifenóis presentes no subproduto de <i>P. edulis</i> , embora diferentes mecanismos possam estar envolvidos.
Continua ...			

... Continua Tabela 1.4

AUTOR/ ANO	AMOSTRA	RESULTADOS	CONCLUSÃO
		a ingestão de <i>P. edulis</i> diminuiu a expressão de MCP-1 e ICAM-1 em comparação com o grupo de controle DSS, favorecendo menores mortalidade e gravidade da inflamação; houve melhora nas expressões de MUC-2 e MUC-3, comparadas com a expressão da proteína mucina no grupo controle DSS; <i>P. edulis</i> mostrou uma tendência de preservar a expressão dessas proteínas, comparado ao grupo saudável, sinalizando o efeito protetor de peeling de <i>P. edulis</i> na mucosa do cólon; <i>P. edulis</i> aumentou a expressão dessas metaloproteinases e esse efeito pode estar relacionado às diminuições de expressões de citocinas pró-inflamatórias.	
Lima et al, 2016	Farinha de casca de maracujá (PEPF)	A ingestão de PEPF aumentou a expressão da transcrição hipotalâmica regulada por cocaína e anfetamina (CART), neutralizou o ganho de peso corporal cumulativo; diminuiu adiposidade e nível de leptina, enquanto o aumento da adiponectina, polipeptídeo insulínico dependente de glicose e peptídeo semelhante ao glucagon-1 (GLP-1) melhorou a sensibilidade à insulina em ratos com obesidade induzida por dieta, aumentando o kITT (taxa de desaparecimento da glicose) que foi calculado durante o ITT.	A PEPF (como componente dietético) melhorou a homeostase da glicose e trouxe a possibilidade de aumentar a saciedade (mecanismo molecular) em ratos com obesidade induzida por dieta.
Continua ...			

... Continua Tabela 1. 4

AUTOR/ ANO	AMOSTRA	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Figueiredo <i>et al.</i> , 2016	Farinha de <i>P. edulis</i>	O teste de comportamento em campo aberto demonstrou que os animais tratados com farinha de albedo, associado a flavedo, apresentaram maior tempo de imobilidade, enquanto o desempenho da coordenação motora e o relaxamento muscular não foram alterados; maior tempo despendido com braços abertos foi demonstrado no Teste de labirinto cruz elevado nos animais tratados com farinha de albedo e flavedo (AFG); o ganho de peso foi menor nos animais tratados com farinha de albedo e flavedo, que no grupo controle (CG), porém a ingestão alimentar não apresentou variação significativa; animais AFG apresentaram peso significativamente menor que os demais grupos, sendo que, na terceira semana, aquele grupo já apresentava redução significativamente menor que CG.	A farinha de albedo associada ao flavedo demonstrou efeitos benéficos à saúde, podendo ser interessante para a produção de nutracêuticos, devidos suas propriedades farmacológicas, sedativa e nutricionais.
Goss <i>et al.</i> , 2018	Farinha de maracujá comercial (PEPF)	Animais que receberam água adicionada com 10% de frutose obtiveram maior ganho de peso, mas sem alteração na circunferência da cintura e consumo calórico, quando comparados ao grupo que recebeu água e ração padrão; o grupo que recebeu PEPF apresentou menor ganho	A suplementação de farinha de casca de <i>P. edulis</i> preveniu a resistência à insulina, a esteatose hepática e a adiposidade induzida pelo baixo consumo de glicose em ratos jovens, nas condições estudadas.
Continua ...			

... Continua Tabela 1. 4

AUTOR/ ANO	AMOSTRA	RESULTADOS	CONCLUSÃO
		de peso, menor ingestão calórica, não apresentou alterações na circunferência da cintura; o ganho de peso foi menor nos animais tratados com farinha de albedo e flavedo que no grupo controle (CG), porém a ingestão alimentar não apresentou variação significativa; animais AFG apresentaram peso significativamente menor que os demais grupos, sendo que, na terceira semana, aquele grupo já apresentava redução significativamente menor que CG; o diâmetro e a área de adipócitos aumentaram nos animais tratados com frutose, quando comparados ao controle, enquanto os que receberam PEPF tiveram menor deposição de gordura abdominal e hipertrofia de adipócitos; a resistência à insulina se desenvolveu nos animais que receberam 10% de frutose (8 semanas), altos níveis de glicose de jejum e HOMA-IR; já os animais que receberam PEPF apresentaram controle	
Continua ...			

... Continua Tabela 1. 4

AUTOR/ ANO	AMOSTRA	RESULTADOS	CONCLUSÃO
		glicêmico semelhante à administração de insulina exógena; não houve alteração de insulina entre os grupos; acúmulo de lipídios no fígado foi observado no grupo que recebeu frutose (10%), sendo revertido após suplementação de PEPF; observou-se, também, aumento da peroxidação lipídica no fígado (TBARS – substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico – níveis elevados) nesse grupo, não havendo alteração nos níveis de aspartame transferase (AST) e alanina transaminase (ALT); não houve alteração histopatológica nos animais que receberam PEPF.	
Abboud <i>et al.</i> , 2019	Farinha de casca de maracujá	O pré-tratamento oral com fibra solúvel (SDF) em 0,1, 1 e 10 mg/ kg diminuiu, significativamente, as lesões gástricas induzidas por etanol, quando comparado ao grupo de veículo, independente da dose; preveniu a depleção de glutathione redutase (GSH) e evitou a depleção do muco da parede gástrica; em animais tratados com SDF (1 mg/ kg) por via intraperitoneal, manteve o efeito gastroprotetor e diminuiu a área da lesão gástrica; a pectina da casca do maracujá preservou os fatores de proteção	A ingestão de SDF da casca de maracujá exerceu efeitos gastroprotetores significativos in vivo em úlceras gástricas induzidas experimentalmente. Além disso, esse estudo acrescentou mais uma aplicação valiosa para a casca do maracujá amarelo, que é um subproduto, inexplorado, da indústria de suco em muitos países tropicais e subtropicais, como o Brasil.
Continua ...			

... Continua Tabela 1. 4

AUTOR/ ANO	AMOSTRA	RESULTADOS	CONCLUSÃO
		gástrica; SDF a 1 mg/ kg intraperitoneal foi capaz de prevenir a depleção dos níveis de GSH e muco da parede gástrica, quando comparado ao grupo veículo; já a SDF de casca de maracujá apresentou sua atividade gastroprotetora e efeito antiúlcera, mesmo quando administrado por via intraperitoneal.	
Vuolo <i>et al.</i> , 2019	Farinha da casca de maracujá (flavedo + albedo) – comercial	Animais que consumiram HF (high-fat) tiveram maior ingestão energética que grupo C (dieta controle), e não diferiram de HFPEF (high-fat + <i>Passiflora edulis</i> peel flour), porém o ganho de peso foi maior e maior adiposidade; animais alimentados com PEPEF tiveram uma diminuição da peroxidação lipídica (fígado e tecido adiposo epididimal; os marcadores antioxidantes foram maiores no controle que nos demais grupos, porém GSH (glutathione) hepático não se alterou entre eles; atividades de GR (glutathione reductase), GPx (atividade da glutathione peroxidase) e SOD (atividade de superóxido dismutase) aumentaram em HF (high-fat) quando comparadas à PEPEF (<i>Passiflora edulis</i> peel flour); a atividade da catala-	O estudo mostrou evidência de que a casca de <i>P. edulis</i> pode ser útil como um componente dietético para melhorar o sistema antioxidante, prevenindo o estresse oxidativo e diminuindo o armazenamento de gordura corporal.
Continua ...			

... Continua Tabela 1. 4

AUTOR/ ANO	AMOSTRA	RESULTADOS	CONCLUSÃO
		se hepática (CAT) não se diferenciou entre os grupos; parâmetros inflamatórios (ativação de quinase N-terminal cJun – JNK e as proteínas pró-inflamatórias IKK α / β) revelaram que não houve diferença entre HF e C; já no grupo HFPH, a diferença foi menor que em HF; TNF- α (fator de necrose tumoral α) e IL-1 β (Interleucina 1 β) foram maiores em HF do que em C, no entanto, nos ratos HFPH, a IL-1 β não foi mais baixa que nos HF.	
De Faveri <i>et al.</i> , 2020	Farinha de maracujá (comercial)	Análise <i>in vitro</i> demonstrou aumento do potencial de óxido redução, inibição da peroxidação lipídica e atividade sequestrante de óxido nítrico; dieta de cafeteria foi capaz de induzir o ganho de peso (10 semanas); quando associada a consumo da farinha, também ocorreu aumento do ganho de peso, porém estabilizou-se na quinta semana; em ambos os grupos houve redução da ingestão alimentar; verificou-se aumento do tecido adiposo (abdominal e epididimal), aumentando, significativamente, o índice de adiposidade; nos animais alimentados com dieta de cafeteria (CAF), houve aumento da área de adipócitos; animais suplementados com farinha da casca de maracujá (PEPF), mesmo alimentados com dieta	A suplementação de farinha de casca de <i>P.edulis</i> em condições de síndrome metabólica, preveniu não só a resistência à insulina e à glicose, como também a esteatose hepática e a adiposidade induzida por dieta de cafeteria, além de ter sido capaz de reduzir inflamação hepática.
Continua ...			

... Continua Tabela 1. 4

AUTOR/ ANO	AMOSTRA	RESULTADOS	CONCLUSÃO
		CAF apresentaram perfil semelhante ao controle; intolerância à glicose e resistência à insulina desenvolveram-se nos animais do grupo CAF, além de terem tido o aumento da glicemia de jejum e de não terem respondido à administração de insulina exógena, havendo aumento de seus níveis e hiperplasia das ilhotas de Langerhans; animais do grupo PEPF não apresentaram alterações metabólicas relacionadas ao metabolismo da glicose e insulina; esteatose hepática, aumento do colesterol e triglicerídeos hepáticos foram induzidos pelo consumo da dieta de cafeteria, além da significativa elevação hepática dos níveis de IL-6 (interleucina 6); a PEPF preveniu os efeitos bioquímicos causados pelo consumo de dieta de cafeteria.	
Sabino <i>et al.</i> , 2020	Polissacarídeos de casca e polpa de abacaxi; sementes, casca e frações da polpa da acerola; casca, fibra e frações da polpa do caju e da maçã; casca e frações	Grupo de animais tratados com etanol apresentou depleção da glutathione (GSH) em relação ao tratado com solução salina; Animais tratados com polissacarídeos da acerola, abacaxi e caju aumentaram, significativamente, os níveis de GSH, mantendo os níveis na mucosa gástrica mesmo quando administrados em baixas concentrações, em comparação ao grupo etanol;	As frações de polissacarídeos de coprodutos de acerola, abacaxi e caju apresentaram-se eficazes na ação antioxidante e na ação gastroprotetora in vitro, de forma dependente, contra lesões gástricas induzidas por etanol. Coprodutos do caju, da maçã, da acerola e do abacaxi mostraram-se potenciais fontes de polissacarídeos bioativos, que são seguros para
Continua			

... Continua Tabela 1. 4

AUTOR/ ANO	AMOSTRA	RESULTADOS	CONCLUSÃO
	da polpa da manga e casca de maracujá.	polissacarídeos de acerola, castanha de caju e abacaxi foram essenciais para manter os níveis de GSH nos tecidos do estômago, enquanto os polissacarídeos de manga e maracujá não parecem ser eficazes sobre esse hormônio; os polissacarídeos de coprodutos do caju reduziram as concentrações de MDA (malondialdeído) na mucosa lesada; a atividade antioxidante foi significativamente maior no caju e menor no maracujá e na manga, sendo este efeito relacionado ao menor peso molecular; polissacarídeo do caju apresentou maior poder de eliminação de radicais ABTS (89% a concentração de 0,05 mg / ml), seguido por polissacarídeos de acerola e de abacaxi (59% e 55%, respectivamente, na mesma concentração); já os polissacarídeos do maracujá e manga apresentaram menor poder sequestrador em todas as concentrações testadas.	uso tanto na área industrial, como em terapias naturais.

3.6 Atividade biológica em Humanos

A Tabela 1.5 traz os estudos, com seus resultados e conclusões acerca dos efeitos dos produtos do maracujá em seres humanos.

No estudo realizado por Costa e colaboradores (2015), vinte voluntários que participaram da análise sensorial do talharim preparado com a farinha de maracujá receberam uma porção equivalente a 50 g de carboidrato, a fim de testar o efeito sobre a glicemia. Para isso, foi coletada amostra de sangue no período pré e pós-prandial.

Pacientes com HIV apresentando síndrome de lipodistrofia secundária à terapia retroviral foram a população de estudo de Marques *et al.* (2016) que tinha como objetivo avaliar os efeitos da farinha de casca do maracujá nas alterações metabólicas, como alterações no perfil lipídico sanguíneo. Foram incluídos, no estudo, 36 indivíduos, sendo divididos em dois grupos: G1, que recebeu aconselhamento dietoterápico associado ao consumo de 30 g/dia de farinha (diluída em água, sucos e ou smoothies de frutas) e G2, que recebeu apenas aconselhamento dietético. Os pacientes foram acompanhados durante 1 ano, sendo avaliados o recordatório de 24 h (R24), peso e altura no início e fim do estudo, bem como realizada avaliação bioquímica (colesterol total e frações e triglicerídeos) no início do estudo (T0) e após 30, 60 e 90 dias, com amostras de sangue coletadas após jejum de 24h.

Araújo *et al.* (2017), em ensaio clínico randomizado de oito semanas, avaliaram, em 54 pacientes diabéticos do tipo 2, o efeito da farinha da casca do maracujá sobre o controle da glicemia. Eles foram divididos em dois grupos, controle e intervenção, sendo que estes receberam amostras de farinha de maracujá e foram orientados a consumir 12 g antes das principais refeições (café da manhã, almoço e jantar). Os participantes foram submetidos à avaliação antropométrica (índice de adiposidade central – IAC, índice de massa corporal - IMC, relação cintura-quadril – RCQ) e glicêmica (glicemia capilar - CBG, glicemia de jejum - FBG e hemoglobina glicada - HbA1c), antes e depois do período de intervenção. Após quatro semanas, os pesquisadores realizaram visita domiciliar para entrega restante das amostras para o período posterior e, neste momento, foi realizada a exclusão dos pacientes com adesão inferior a 70%. O grupo controle, por sua vez, não fez uso da farinha, recebendo apenas o tratamento fornecido no serviço de saúde.

São evidentes as várias atividades biológicas que os coprodutos do maracujá podem exercer, trazendo benefícios à saúde, devido suas propriedades funcionais já levantadas. Porém, como percebido, poucos testes foram realizados em seres humanos, fazendo-se necessário

expandir as pesquisas realizadas em animais para que se possa utilizar esses produtos como tratamento adjuvante em diversas patologias que acometem a população, como diabetes e dislipidemias que favorecem o surgimento/agravamento de outras doenças, as quais podem levar à morte.

4. CONCLUSÃO

Essa revisão possibilitou levantar aspectos importantes sobre o uso de produtos do maracujá como a farinha e sua aplicabilidade, tanto na indústria de alimentos, como na área da saúde. São produtos ricos em fibras que podem ser utilizados para elaboração de novos alimentos e também para o enriquecimento de produtos já disponíveis no mercado, de modo a serem consumidos pela população sem prejuízos nas propriedades sensoriais e auxiliando no tratamento de diabetes e outras doenças, bem como possibilitando a redução de resíduos gerados pelos processos agroindustriais que causam desperdício e aumento da poluição. No entanto, é necessário o fortalecimento das pesquisas com esses coprodutos, buscando novas tecnologias. É necessário avançar em estudos clínicos com seres humanos, a fim de confirmar os resultados obtidos em animais, de forma que estes coprodutos possam serem utilizados, com bases em evidências científicas, para tratamentos de saúde de forma segura. Assim, os resíduos do maracujá e de outras frutas e vegetais poderão ter impacto valioso na saúde da população, combatendo diversas doenças e auxiliando as terapias medicamentosa e nutricional, normalmente utilizadas pelos profissionais de saúde. O impacto que o uso desses produtos irá ter sobre a economia no setor agroindustrial também é um aspecto importante a ser levado em consideração, sendo necessária a ampliação de pesquisas também nessa área.

Tabela 1.5 – Efeito dos produtos do maracujá em seres humanos

AUTOR/ ANO	AMOSTRA	GRUPO ESTUDADO	RESULTADOS	CONCLUSÃO
Costa <i>et al.</i> , 2015	Talharim	Adultos voluntários	A resposta glicêmica foi menor no grupo experimental que consumiu a formulação 2 (25% FCM) que no grupo controle, mantendo a média de glicemia após 2h do consumo.	A adição de FCM em massas alimentícias contribui para o controle da glicemia.
Marques <i>et al.</i> , 2016	Farinha da casca	Pacientes com HIV com síndrome de lipodistrofia secundária à terapia antirretroviral	Já no primeiro mês de uso da farinha da casca de maracujá (G1), houve um aumento significativo dos níveis de HDL - C e redução nos níveis de TG; já para o CT e LDL – C, a redução só foi significativa após 90 dias de intervenção; em G2, apenas a dieta e aconselhamento dietético não foram suficientes para gerar alterações significativas no perfil lipídico dos pacientes; com base na análise do R24, o uso da farinha não teve efeito sobre a composição da dieta dos pacientes.	O uso da farinha de maracujá (30g/d) por 90 dias foi eficaz no controle do perfil lipídico dos pacientes estudados.
De Araújo <i>et al.</i> , 2017	Farinha da casca	Paciente com diabetes mellitus tipo 2	Não houve diferença significativa nos valores de CBG, FBG e HbA1c após o uso da farinha da casca do maracujá. Os parâmetros antropométricos também não sofreram alterações significativas no período estudado.	A farinha da casca de maracujá-amarelo não melhorou o controle glicêmico das pessoas com diabetes tipo 2, no período de oito semanas.

Legenda: FCM – Farinha da casca do maracujá; G1: Grupo 1 (recebeu aconselhamento dietoterápico associado ao consumo de 30 g/dia de farinha); HDL – C – Colesterol de Alta Densidade; TG: Triglicerídeos; CT: Colesterol total; LDL – C: Colesterol de Baixa densidade; G2: Grupo 2 (recebeu apenas aconselhamento dietético); CBG: Glicemia capilar; FBG: glicemia de jejum; HbA1c: Hemoglobina Glicada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOUD, K.Y. *et al.* Gastroprotective effect of soluble dietary fibres from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) peel against ethanol-induced ulcer in rats. **Journal of Functional Foods** 54 (2019) 552–558. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.02.003>.

ALBUQUERQUE, M.C.A. *et al.* Tropical fruit by-products water extracts as sources of soluble fibres and phenolic compounds with potential antioxidant, anti-inflammatory, and functional properties. **Journal of Functional Foods**. 52: 724–733. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.12.00>.

ALONSO SANTOS. *et al.* (2019). Use of agricultural by-products in extruded gluten-free breakfast cereals. **Food Chemistry** 297, 124956. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.124956>.

BEZERRA, P.Q. M. *et al.* (2019). Innovative functional nanodispersion: Combination of carotenoid from *Spirulina* and yellow passion fruit albedo. **Food Chemistry** 285, 397–405. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.181>.

BRANCO, F. R. W. (2016). **Desenvolvimento de bolo com substituição parcial da farinha de trigo por farinha obtida a partir do subproduto de maracujá**. 45 f. TCC (graduação em Nutrição) – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Nutrição, Cuiabá.

CAVICHOLI, J. C. *et al.* (2018). <https://www.todafruta.com.br/wp-content/upload/2018/05/maracujá.pdf> . Acessado em 08 de outubro de 2020.

CAZARIN, C. B. B. *et al.* (2016). Intestinal anti-inflammatory effects of *Passiflora edulis* peel in the dextran sodium sulphate model of mouse colitis. **Journal of Functional Foods** 26: 565 – 576. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2016.08.020>.

COELHO, E. M. *et al.* Passion fruit peel flour e Technological properties and application in food products. **Food Hydrocolloids** 62 (2017) 158e164. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.07.027>.

COSTA, E. L. *et al.* (2015). Produção e aceitação de massa fresca tipo talharim enriquecida com farinha de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*) e verificação do seu efeito na glicemia. **Nutrire**. 2015 Dec;40(3):352-360. doi: <http://dx.doi.org/10.4322/2316-7874.71315>.

CUNHA, M. C. S. O. (2018). **Efeito da farinha do albedo do maracujá amarelo no controle glicêmico de pessoas com diabetes tipo 2 na atenção primária à saúde**. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Enfermagem) – Programa de Pós-graduação em Enfermagem, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção – CE. 112f.

DAMASCENO, C. S. B. *et al.* Effect of passion fruit peel flour (*passiflora edulis*) in bread acceptability. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.19, n.3, Jul. - Set./2018.

DA SILVA, L.R.; SILVA, B. (2016). Natural Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables as Health Promoters Part I. **Bentham Science Publishers**. 1: 29-97.

DE ARAÚJO, M. F. M. *et al.* (2017). The effect of flour from the rind of the yellow passion fruit on glycemic control of people with diabetes mellitus type 2: a randomized clinical trial. **Journal of Diabetes & Metabolic Disorders**. 16:18. <https://doi.org/10.1186/s40200-017-0300-z>.

DE FAVERI, A. *et al.* (2020). Effects of passion fruit peel flour (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) in cafeteria diet-induced metabolic disorders. **Journal of Ethnopharmacology**. 250:112482. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112482>.

DUARTE, A.; CARVALHO, C.; MIGUEL, G. (2016). Bioactive compounds of citrus as health promoters. In: *Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables as Health Promoters*, 29 - 97.

FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V. (2016). **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. EMBRAPA, Brasília – DF, 2016. xxp. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

FIGUEIREDO, D. A. F. *et al.* Effects of bark flour of *Passiflora edulis* on food intake, body weight and behavioral response of rats. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, 26:595–600. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2016.02.010>.

GARCIA, L. *et al.* Production optimization of passion fruit peel flour and its incorporation into dietary food. **Food Science and Technology International**, 26(2) 132–139. 2019. <https://doi.org/10.1177/1082013219870011>.

GOSS, M. J. *et al.* Peel flour of *Passiflora edulis* Var. *Flavicarpa* supplementation prevents the insulin resistance and hepatic steatosis induced by low-fructose-diet in young rats. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, 102: 848–854. (2018). <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2018.03.137>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11863> . Acessado em 06 de outubro de 2020.

KATZUNG, B. G. (Ed.). **Farmacologia: básica e clínica**. [Basic & clinical pharmacology (inglês)]. Tradução de Ana Beatriz Assumpção Souza *et al.*, Supervisão de Penildon Silva. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992, XIV, 754 p. ISBN 8527702754.

LAUSCHNER, D. S. *et al.* Desenvolvimento de novos produtos alimentícios: Hambúrguer recheado. In: 3º Simpósio de Agronomia e Tecnologia de Alimentos (AGROTEC), Itapiranga – SC, 2016. Disponível em: https://eventos.uceff.edu.br/eventosfai_dados/artigos/agrotec2016/426.pdf Acesso em 20 de novembro de 2020.

LIMA, D.S. *et al.* Passion fruit and apple: from residues to antioxidant, antimicrobial and anti-Alzheimer's potential. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2018. v.48:09, e20180076. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20180076>.

LIMA, G. S. *et al.* Passiflora edulis peel intake improves insulin sensitivity, increasing incretins and hypothalamic satiogenic neuropeptide in rats on a high-fat diet, **Nutrition**. 2016, <https://doi.org/10.1016/j.nut.2016.01.014>.

LUPANI, A. L. *et al.* Desenvolvimento de Biscoitos com Farinha de Casca de Maracujá-amarelo e Okara. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, 2011. Vol.13, nº 3, Edição Especial.

MACAGNAN, F. T. *et al.* Biological properties of apple pomace, Orange bagasse and passion fruit peel as alternative sources of dietary fibre, **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bcdf.2015.04.001>.

MAIA, S. M. P. C. *et al.* Farinha de maracujá na elaboração de bolo de milho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.13, Nº 3, p. 328-336, Pombal, PB, (2018). Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v13i3.5678>

MARQUES, S. S. F. *et al.* Evaluation of the effects of passion fruit peel flour (*Passiflora edulis* fo. *flavicarpa*) on metabolic changes in HIV patients with lipodystrophy syndrome secondary to antiretroviral therapy. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. 2016. 26: 420–426. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjp.2016.03.002>.

OLIVEIRA, L. F. *et al.* Aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa*) para produção de doce em calda. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**. 2002. v 22, p.259-262.

OZORES, B. *et al.* Aceitabilidade e características tecnológicas de bolo enriquecido com farinha de maracujá. **Disciplinarum Scientia**. 2014. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 61-69.

PADILHA, T.; BASSO, C. Biscoitos com resíduo de manga, maracujá e jabuticaba. **Disciplinarum Scientia**. 2014. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 79-88.

PALERMO, J.R. Bioquímica da nutrição. São Paulo: editora Atheneu. 2008.

PAZ, H. C. **Pão de mel de abelhas (apis mellifera linnaeus, 1758) sem glúten enriquecido com farinha da casca do maracujá (passiflora edulis f. Flavicarpa) liofilizada:** desenvolvimento e controle de qualidade. Monografia (Curso de Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Piauí. Teresina/ PI. 2015.

PERINA, N. P. *et al.* Effect of vegetal-oil emulsion and passion fruit peel-powder on sensory acceptance of functional yoghurt. **Food Research International**. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.01.014>.

RIBEIRO, T. H. S. *et al.* Physicochemical and sensory characterization of gluten-free fresh pasta with addition of passion fruit peel flour. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2018. v. 48:12. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20180508>.

SABINO, D. B. S. *et al.* Polysaccharides from acerola, cashew apple, pineapple, mango and passion fruit co-products: Structure, cytotoxicity and gastroprotective effects. **Bioactive**

Carbohydrates and Dietary Fibre. 2020, 24:100228. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2020.100228>.

SANTOS, D. A. M. *et al.* Free choice profiling, acceptance and purchase intention in the evaluation of different biscuit formulations. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, 2015. v. 39, n. 6, p. 613-623, nov./dez. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542015000600008>.

SANTOS, E. *et al.* Utilization of the pectin and pulp of the passion fruit from Caatinga as probiotic food carriers. **Food Bioscience.** 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2017.08.005>

SENA, C. P. *et al.* A importância da inovação de produtos alimentícios em empreendimentos familiares e artesanais. **Rev Terceira Margem Amazônia.** 2017. v. 2, n.9, Jul/Dez.

SRIVASTAVA, R.; KULSHRESHTHA, D. K. Bioactive polysaccharides from plants. *Phytochemistry.* 1989. 28, 11, 2877-2883. [https://doi.org/10.1016/0031-9422\(89\)80245-6](https://doi.org/10.1016/0031-9422(89)80245-6).

VUOLO, M. M. *et al.* Passion fruit peel intake decreases inflammatory response, reverts lipid peroxidation and adiposity in diet-induced obese rats, **Nutrition Research.** 2019, <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2019.08.007>.

WENG, M. *et al.* Effects of passion fruit peel flour as a dietary fibre resource on biscuit quality. **Food Sci. Technol.** 2020. Campinas. <http://dx.doi.org/10.1590/fst.33419>.

CAPÍTULO 2 – ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FARINHAS NÃO TRADICIONAIS

1. INTRODUÇÃO

O setor de produção alimentícia gera diversos resíduos que são partes das matérias-primas não utilizadas ou descartadas durante o processamento. Estes são, em maioria, mais ricos em nutrientes do que outras partes do alimento que se costuma ingerir. As indústrias que trabalham com a utilização de frutas não são uma exceção, quando se trata de desperdício. Os resíduos gerados são, principalmente, cascas, caroços, sementes e bagaços que possuem, em sua composição, vitaminas, minerais e fibras, entre outros (DAMASCENO *et al.*, 2018; PADILHA; BASSO, 2015).

Com a crescente ampliação das indústrias de alimentos, também ocorre um aumento na geração de resíduos, tendo em vista que cerca de um terço dos alimentos produzidos no Brasil são desperdiçados, gerando uma preocupação constante quanto ao seu destino. A busca por alternativas viáveis para utilização dos mesmos visa não só reduzir o descarte impróprio, mas também combater a insegurança alimentar e melhorar hábitos alimentares da população. Esses fatores têm fomentado o desenvolvimento de vários estudos sobre o uso de resíduos da agroindústria, dentre eles a produção de farinhas não convencionais provenientes de frutos como o abacaxi, baru, cajá, caju, maracujá, entre outros (DAMASCENO *et al.*, 2018; MARCELINO, *et al.*, 2018; MORAIS, 2018; SILVA; PAGANI; SOUZA, 2018).

O maracujá amarelo ou maracujá azedo (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*), produzido nas regiões tropicais e subtropicais, é cultivado em larga escala em quase todo o Brasil. A quantidade de resíduos produzidos por toneladas de suco processado é bastante expressiva, sendo importante que um número cada vez maior de soluções seja desenvolvido para possibilitar o reaproveitamento dos mesmos (DAMASCENO *et al.*, 2018, SILVA *et al.*, 2016; CORREA *et al.*, 2016).

A casca do maracujá, principal resíduo desta fruta, compõe 60% do seu peso, é composta pelo flavedo (rico em fibras insolúveis) e o albedo (rico em fibras solúveis), além de ser fonte de niacina (vitamina B3), ferro, cálcio e fósforo e de auxiliar na redução de glicose no sangue (GARCIA; MILANI; RIES, 2019; SILVA *et al.*, 2016; CAZARIN *et al.*, 2014). A farinha produzida a partir da casca do maracujá é classificada como um alimento funcional, devido a sua composição e vários estudos corroboram sua ação no controle do colesterol,

glicemia e ação intestinal. Desta forma, essas farinhas vêm sendo, cada vez mais, utilizadas por pacientes que buscam o controle e prevenção dessas doenças, levando em consideração que esses resultados já foram comprovados em animais (DE FAVERI *et al.*, 2020; MAIA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2016; LIMA, 2015).

Tendo em vista que a literatura vem comprovando grandes benefícios à saúde proporcionados pelas farinhas não convencionais, para além do papel destas no enriquecimento e desenvolvimento de produtos alimentícios, o presente trabalho tem como objetivo elaborar e caracterizar farinhas não tradicionais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

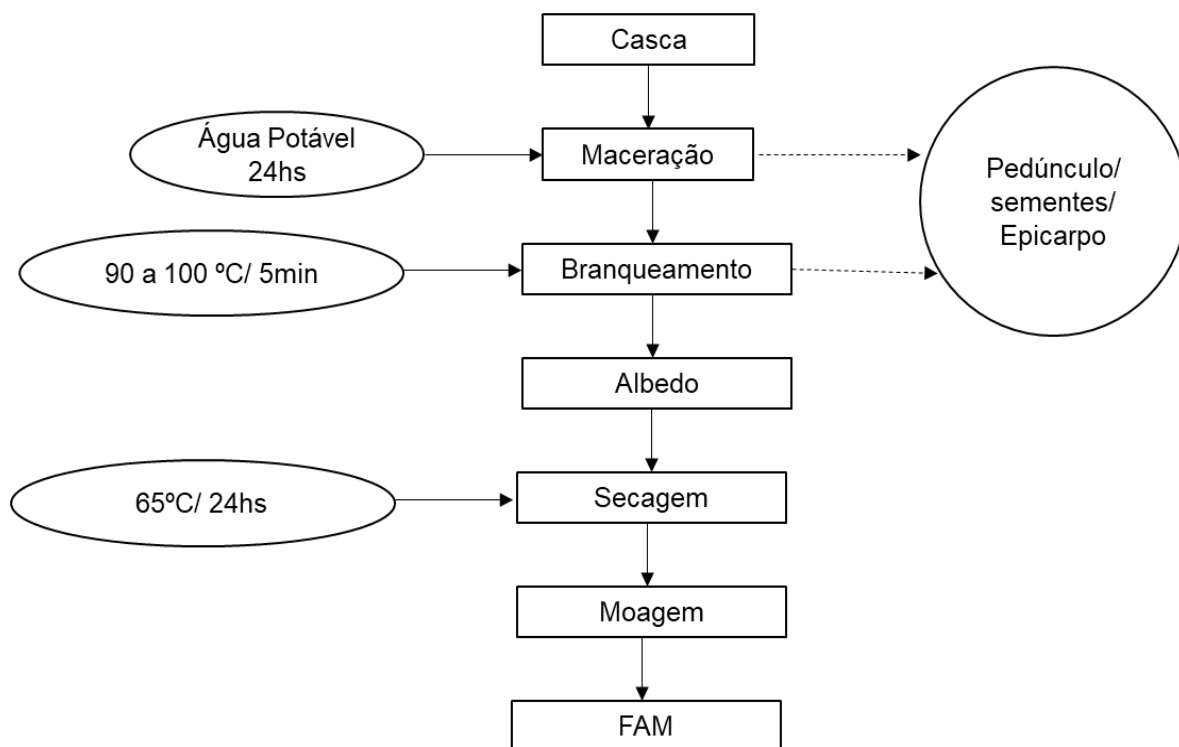
O processamento do albedo de maracujá para produção de farinha (Figura 2.1) foi realizado através de metodologia descrita por Ferreira *et al.* (2015) com adaptações. As demais farinhas foram adquiridas no mercado local, no período de dezembro de 2019 e janeiro de 2020.

As cascas foram maceradas em água potável por 24h, com trocas a cada 4h, de acordo com metodologia descrita por Oliveira *et al.* (2002), adaptada, para reduzir, ao máximo, o amargo. Em seguida, foram submetidas a branqueamento (100 °C / 5 min) e, posteriormente, foi feita a retirada do albedo (Figura 2.2A). Este foi levado à estufa com circulação de ar (marca HERAEUS INSTRUMENTALS, modelo UT-12) à temperatura de 65 °C/24h para secagem (Figura 2.2B) e, posteriormente, triturada em moinho (marca FRITSCH, modelo *Industriestrasse* 8) para obtenção da farinha do albedo de maracujá (FAM) (Figura 2.3).

2.2. Métodos

A avaliação da cor das farinhas foi determinada com auxílio de colorímetro digital, previamente calibrado (MiniSacr by HunterLab, modelo MIVISCAN EZ), com uma área de medição de 13 mm de diâmetro e geometria óptica de 45 ° / 0 °. O instrumento foi calibrado usando uma placa de calibração de branco padrão e a cor foi expressa de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação (Sistema de cores CIE $L^*a^*b^*$).

Figura 2. 1 – Fluxograma de produção da Farinha do Albedo do Maracujá.



Fonte: Autor, 2021.

Figura 2. 2 – Extração do albedo e secagem do albedo.



2A: albedo do maracujá.
Fonte: Autor, 2021.



2B: Albedo seco.

Figura 2. 3 – Farinha obtida do albedo do Maracujá.



Fonte: Autor, 2021.

As leituras foram registradas com, pelo menos, seis repetições para cada formulação (em três lotes) em posições aleatórias. Os resultados foram calculados utilizando o equipamento na escala de cores Hunter Lab. Nesta escala, L^* varia de 0 (preto) a 100 (branco); a^* indica o grau de esverdeado (para valores negativos) e o grau de vermelhidão (para resultados positivos). O eixo b^* também varia de negativo a positivo, indicando valores, respectivamente, de azul a amarelo. O total da diferença de cor (ΔE^*) foi calculado usando eqn (1) (FRANCIS; CLYDESDALE, 1975).

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

Onde: ΔL^* , Δa^* e Δb^* são as diferenças entre as amostras em L^* , a^* e b^* , respectivamente.

A interpretação desse resultado foi baseada na diferença total de cor perceptível pelo olho humano, tendo em vista que este só é capaz de distinguir a diferença de cor se $1 < \Delta E^* < 3$, porém, para algumas cores, principalmente azuis, valores $\Delta E^* = 1$ podem ser detectados, mas para outras cores, como vermelho, o mesmo ΔE^* pode não ser perceptível (BODART *et al.*, 2008). De acordo com Mokrzycki e Tatol (2011), a percepção da diferença entre duas cores só é claramente percebida se $3,5 < \Delta E^* < 5$, independente da experiência do

observador e, se $1 < \Delta E^* < 2$, apenas um observador experiente irá notar a diferença entre duas cores.

Para a caracterização físico-química das amostras de farinha, foram realizadas as seguintes análises: umidade, determinada pelo método gravimétrico de perda de massa por dessecação; cinzas, determinadas submetendo as amostras a um processo de carbonização prévia, seguida de incineração completa em mufla à temperatura de 550°C por 6 h; proteínas, determinadas por destilação de nitrogênio orgânico (Micro-Kjeldahl); Lipídios, determinados pela extração com solventes (Hexano) em extrator de Soxhlet e fibra bruta, determinada a partir da hidrólise ácida e básica em analisador de fibras da Marca ANKON® Modelo-A200I, por digestão ácida, seguida de digestão alcalina da amostra seca desengordurada por 30 min a cada digestão. O teor de carboidratos foi calculado a partir da diferença dos teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios. A atividade de água (A_w) foi determinada por medida direta através de aparelho Aqualab Lite. Foram seguidas as metodologias propostas por AOAC (2000).

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os dados obtidos foram avaliados, estatisticamente, através de valores médios, desvio padrão e Análise de Variância (ANOVA), utilizando uma margem de 5% de significância e teste Tukey, para as amostras diferentes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise físico-química das farinhas de maracujá (*P.edulis*) comerciais e da produzida a partir do albedo estão descritos na Tabela 2.1.

Os resultados do teste de cor (L^* , a^* e b^*) (Tabela 2.1) mostraram que houve diferença significativa entre as amostras, onde a farinha de albedo do maracujá apresentou coloração mais clara, podendo ser percebida visualmente. A cor é uma característica sensorial dos alimentos que, muitas vezes, leva à escolha de um determinado produto, em detrimento de outro, pelo consumidor. Desta forma, a FAMF pode ser utilizada em formulações alimentícias, pois, provavelmente, não causará uma interferência no quesito sensorial relacionado à cor. Em relação aos valores de cromaticidade (a^* e b^*), mesmo havendo diferença estatística entre as amostras, verificou-se que as farinhas apresentaram variação de cor na região do amarelo (b^*) com traços de vermelho (a^*). Resultados semelhantes foram descritos por Da Silva (2017), o qual verificou que tanto a farinha de albedo macerada, como a não macerada tendiam a essa mesma cor.

Tabela 2.1 – Caracterização físico-química das farinhas de maracujá (Média $\pm$ DP).

ANÁLISES	Amostras				
	FAMF	FMAW	FMAY	FMAX	FMAZ
<i>L*</i>	76,61 $\pm$ 0,45 ^a	61,31 $\pm$ 0,36 ^c	61,08 $\pm$ 0,55 ^c	67,10 $\pm$ 0,51 ^b	57,23 $\pm$ 0,11 ^d
<i>a*</i>	8,37 $\pm$ 0,24 ^b	6,69 $\pm$ 0,32 ^a	9,94 $\pm$ 0,22 ^a	06,69 $\pm$ 0,32 ^c	10,10 $\pm$ 0,01 ^a
<i>b*</i>	30,00 $\pm$ 0,74 ^a	27,2 $\pm$ 0,17 ^c	28,83 $\pm$ 0,39 ^b	23,22 $\pm$ 0,36 ^d	28,10 $\pm$ 0,03 ^{bc}
Aw	0,20 $\pm$ 0,00 ^e	0,28 $\pm$ 0,002 ^c	0,30 $\pm$ 0,00 ^b	0,36 $\pm$ 0,005 ^a	0,26 $\pm$ 0,00 ^d
Umidade	7,52 $\pm$ 0,26 ^c	9,43 $\pm$ 0,06 ^b	9,10 $\pm$ 0,06 ^b	11,45 $\pm$ 0,55 ^a	9,20 $\pm$ 0,03 ^b
Cinzas	6,13 $\pm$ 0,01 ^a	3,38 $\pm$ 0,04 ^d	5,16 $\pm$ 0,03 ^b	03,20 $\pm$ 0,08 ^e	5,00 $\pm$ 0,04 ^c
Proteína	3,85 $\pm$ 2,26 ^b	7,37 $\pm$ 0,43 ^a	7,06 $\pm$ 0,70 ^a	09,06 $\pm$ 0,78 ^a	7,61 $\pm$ 0,34 ^a
Lipídios	0,40 $\pm$ 0,12 ^d	2,28 $\pm$ 0,11 ^b	2,27 $\pm$ 0,16 ^b	01,70 $\pm$ 0,02 ^c	3,18 $\pm$ 0,24 ^a
Fibra Bruta	67,30 $\pm$ 3,45 ^a	16,00 $\pm$ 0,46 ^{dc}	22,71 $\pm$ 0,02 ^b	13,40 $\pm$ 0,19 ^e	22,13 $\pm$ 0,74 ^{cb}
Carboidrato	81,03 $\pm$ 0,93 ^a	81,03 $\pm$ 0,93 ^a	81,03 $\pm$ 0,93 ^a	81,03 $\pm$ 0,93 ^a	81,03 $\pm$ 0,93 ^a

Aw: Atividade de água; FAMF: Farinha de albedo de maracujá produzida no laboratório; FMAW: Farinha de maracujá de marca W; FMAY: Farinha de maracujá de marca Y; FMAX: Farinha de maracujá de marca X; FMAZ: Farinha de maracujá de marca Z. Letras iguais na mesma linha mostram que não há diferença significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autor, 2021.

Em estudo realizado por Lopéz-Vargas *et al.* (2013), quando compararam pós obtidos de coprodutos do maracujá como albedo, sementes e polpa, verificaram diferença significativa na cor dos mesmos, sendo que o pó do albedo apresentava uma maior luminosidade, tendo, assim, uma cor mais clara (L^* 79,91) que o pó obtido da semente e da polpa (L^* 43,89), corroborando o resultado da FAMF do presente estudo. Isso mostra que a parte do maracujá (albedo ou casca) da qual a farinha foi produzida pode influenciar na sua cor. Vale ressaltar que o tempo de armazenamento pode inferir na mudança de cor do produto, tendendo a ficar mais escuro ($< L^*$), menos amarelo ($< b^*$) e com aumento de pigmentos avermelhados ($> a^*$), à medida que se prolongar o tempo de armazenamento (REOLON, 2008).

Ao comparar a diferença de cor (ΔE^*) da farinha produzida a partir do albedo do maracujá (FAMF) com as farinhas comerciais (FMAX, FMAW, FMAY e FMAZ), os resultados encontrados foram de $11,83 \pm 0,62$; $15,60 \pm 0,72$; $15,68 \pm 0,97$ e $19,59 \pm 0,38$, respectivamente. Assim, a diferença de cor é percebida pelo observador, mesmo sem experiência, sendo esta diferença maior entre FAMF $\rightarrow$ FMAZ. Desta forma, o uso de FAMF em alimentos irá gerar menor alteração na cor do alimento que o das demais, quando a ele incorporada.

Já ao comparar as farinhas comerciais entre si, obteve-se valores de $7,67 \pm 0,68$; $8,87 \pm 0,59$; $11,53 \pm 0,54$; $1,65 \pm 0,40$; $4,20 \pm 0,36$; $3,93 \pm 0,69$, para FMAX $\rightarrow$ FMAW, FMAX $\rightarrow$ FMAY; FMAX $\rightarrow$ FMAZ; FMAW $\rightarrow$ FMAY; FMAW $\rightarrow$ FMAZ; e FMAY $\rightarrow$ FMAZ, respectivamente. Esses valores mostram que as farinhas comerciais apresentam cores,

perceptivelmente, diferentes a olho nu, porém esta diferença é menos perceptível entre FMAW → FMAY, evidenciando que só um observador experiente conseguirá captar tal diferença.

Observa-se que as farinhas apresentaram uma baixa A_w , variando entre $0,36 \pm 0,005$ (FMAX) e $0,20 \pm 0,003$ (FAMF), valores considerados insuficientes para a ocorrência de alterações microbiológicas, visto que o crescimento de bactérias patogênicas ocorre entre os valores de 0,6 a 0,9 de A_w (CAZARIN *et al.*, 2014), desde que o acondicionamento seja feito de maneira correta. Esses resultados corroboram o resultado encontrado por Silva *et al.* (2016), no qual a farinha seca à mesma temperatura apresentou A_w de $0,362 \pm 0,02$. Da Silva (2017), ao produzir farinhas a 70 °C e 80 °C, obteve $0,213 \pm 0,01$ e $0,225 \pm 0,001$, respectivamente. Para as farinhas secas a 50°C, produzidas por Coelho *et al.* (2017), o valor de A_w foi mais elevado ($0,73 \pm 0,00$).

Os resultados de umidade demonstraram um baixo teor água nas farinhas, sendo que a FAMF apresentou umidade significativamente menor que as demais ($7,52 \pm 0,26$). Os valores encontrados estão dentro dos requisitos da ANVISA na RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005), que indica um valor de 15,0 % (g/100 g) de umidade para farinhas, amido de cereais e farelos. Resultados semelhantes foram descritos, anteriormente, por Catarino (2016), Spinosa (2017) e Reis (2018), que obtiveram, em seus estudos, 9,20 %; 10,15 % e 14,56 %, respectivamente, de umidade nas farinhas produzidas a partir da casca de maracujá amarelo.

Para as análises de cinzas, todas as amostras diferiram significativamente, com FAMF (65° C / 24 h) apresentando maior teor de resíduos minerais ($6,13 \pm 0,01$), semelhante ao estudo de Spinosa (2017) com farinha de maracujá amarelo ($6,20 \pm 0,07$), porém estes são superiores aos resultados determinados na farinha produzida por Catarino (2016), a qual apresentou $5,85 \pm 0,19$ e na farinha de albedo macerada a temperatura de 70 e 80 °C, estudada por Da Silva (2017) que foi de $4,98 \pm 0,47$ e $5,02 \pm 0,23$ respectivamente. Esses resultados podem indicar que a temperatura e o tempo de secagem, possivelmente, interferem tanto no teor de cinzas, quanto no de umidade, além da variação causada pelo material usado para o preparo da farinha (albedo ou casca integral).

Para proteínas, os valores encontrados nas farinhas comerciais (FMAW, FMAY, FMAX e FMAZ) $7,37 \pm 0,43$; $7,06 \pm 0,70$; $09,06 \pm 0,78$ e $7,61 \pm 0,34$, respectivamente, se mostraram superiores aos de FAMF ($3,85 \pm 2,26$), sendo estes semelhantes ao relatado por Cazarin *et al.* (2014) em seu estudo sobre farinha de casca de maracujá que obteve o valor de 3,94 % e também por Da Silva (2017) com farinhas de albedo e de casca (maceradas e não

maceradas), que só apresentaram diferença significativa para a farinha de albedo não macerada a 70° C ($7,81 \pm 81$) e cascas a 70 °C ($1,04 \pm 0,30$) e albedo macerado a 80 °C ($1,14 \pm 0,61$) e casca macerada a 80°C ($1,16 \pm 0,50$).

Quanto aos lipídios, as amostras apresentaram baixos teores, sendo FAMF e FMAX as amostras que mais se diferenciaram das demais. O valor de FAMF se assemelha ao apontado por Cazarin *et al.* (2014) e Da Silva (2017), que obtiveram 0,31 %, ressaltando-se que o método utilizado pelos mesmos para realizar a análise de lipídios se diferencia do aplicado no estudo de farinha de casca de maracujá.

Na análise de fibra bruta, pode-se verificar um alto teor para FAMF ($67,30 \pm 3,45$) diferenciando-se, significativamente ($p > 0,05$), das demais amostras, o que já era esperado, tendo em vista que a farinha de albedo de maracujá contém cerca de 20% de pectina, e outros trabalhos como os de Silva, *et. al.* (2016) e Lafia, Gonçalves e Sousa (2018), também com farinha de albedo do maracujá, encontraram valores de 58,80 % e 50,71% respectivamente.

O processamento para obtenção da farinha de albedo desse trabalho se diferenciou do processamento relatado em Silva, *et. al.* (2016) no que diz respeito ao descongelamento do albedo e ao método de secagem, visto que o método aplicado no presente estudo não submeteu o albedo a um processo de descongelamento lento e sua secagem não ocorreu em secador convectivo. Também diferiu do método usado por Lafia, Gonçalves e Sousa (2018) no que diz respeito à padronização no fatiamento do albedo e no processo de branqueamento antes da secagem.

O alto teor de fibras encontrado na farinha reafirma seu potencial para promover benefícios à saúde, visto que a ingestão de fibras alimentares traz efeitos benéficos como a redução do risco de certas patologias crônicas, por exemplo, doenças cardiovasculares, diabetes, obesidade, câncer de cólon, dentre outras (CATARINO, 2016; NASCIMENTO, *et al.* 2013).

A farinha de albedo produzida em relação às outras farinhas integrais de casca de maracujá estudadas apresentou um teor elevado de carboidratos, obtendo resultados semelhantes aos encontrados por Costa *et al.* (2015), por Catarino (2016) e por Lafia, Gonçalves e Sousa (2018), que obtiveram 78,36 %, 88,36 % e 79, 31 % respectivamente. Para Catarino (2016), o teor de carboidrato é influenciado diretamente pelo estágio de maturação do maracujá, pois durante o desenvolvimento das frutas ocorrem diversas alterações em sua composição, como a conversão do amido em açúcar.

Esses resultados, juntamente com outros obtidos pelo grupo de pesquisa de macromoléculas, serão publicados conforme apêndice 1.

4. CONCLUSÕES

A farinha de albedo de maracujá apresentou composição físico-química satisfatória, destacando o alto teor de carboidratos complexos (fibra bruta) o que pode apresentar potenciais benefícios à saúde. Sendo, ainda, de grande importância, a difusão do uso da farinha de albedo de maracujá, assim como da farinha integral da casca de maracujá para o desenvolvimento de produtos ricos em fibras ou até mesmo para a ingestão direta desse ingrediente rico em fibras, como alternativa ao aproveitamento dos resíduos da agroindústria.

Destaca-se também que, no mercado local, as farinhas de casca de maracujá, tanto comercializadas a granel, como embaladas, atendem aos padrões exigidos pela legislação. Desta forma, conclui-se que as farinhas não tradicionais como a de maracujá, seja do albedo ou da casca, podem ser utilizadas como ingrediente alternativo no desenvolvimento e enriquecimento de alimentos, favorecendo, assim, a redução dos resíduos da agroindústria e trazendo potenciais benefícios para a saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC (2000). *Official methods of analysis of AOAC International* (17th ed.). Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.

BODART, M. *et al.* Photometry and colorimetry characterisation of materials in daylighting evaluation tools, **Build Environ.**, 2008, 43, 2046–2058.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_263_2005.pdf/d6f557da-7c1a-4bc1-bb84-fddf9cb846c3> Acesso em 18 de maio de 2020.

CATARINO, R. P. F. **Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina. PR, Brasil. 2016.

CAZARIN, C. B. B. *et al.* Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, 44 (9), 2014, 1699-1704.

COELHO, E. M. *et al.* Passion fruit peel flour e Technological properties and application in food products. **Food Hydrocolloids** 62 (2017) 158 – 164.

CORRÊA R. C.G. *et al.* The past decade findings related with nutritional composition, bioactive molecules and biotechnological applications of *Passiflora* spp. (passion fruit). **Trends in Food Science & Technology**, 58, 2016, 79 – 95.

COSTA, E. L. da. *et al.* Produção e Aceitação de massa fresca tipo talharim enriquecida com farinha de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *Flavicarpa*) e verificação do seu efeito na glicemia. **Nutrire**. 40 (3), 2015, 352-360.

DAMASCENO, A.S.B. *et al.* Efeito da adição de farinhas da casca de maracujá (*Passiflora Edulis*) na aceitabilidade de pão. **Visão Acadêmica**, 19 (3), 2018, 46 – 60.

DA SILVA, E. C. O. **Influência do flavedo e da maceração nas características físico-químicas da farinha da casca de maracujá**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Campina Grande – PB. 2017. p.56.

DE FAVERI, A. *et al.* Effects of passion fruit peel flour (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) in cafeteria diet-induced metabolic disorders. **Journal of Ethnopharmacology**. 2020, 250.

FERREIRA, M. S. L. *et al.* Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. **Journal of Food Science and Technology**, 52 (2), 2015, 822–830.

GARCIA, M.V., MILANI, M. S.; RIES, E.F. Production optimization of passion fruit peel flour and its incorporation into dietary food. **Food Science and Technology International** 26 (2), 2019, 132 – 139.

LAFIA, A. T.; GONÇALVES, L. S. C.; SOUSA, S. de. **Obtenção da farinha do albedo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims), sua característica físico-química e sua microbiologia**. 2018. Disponível em: <<https://even3.blob.core.windows.net/anais/89367.pdf>> Acesso em: 18 maio 2020.

LIMA, G. C. Farinha da casca de maracujá (*Passiflora edulis*): efeitos no tratamento e na prevenção da obesidade. **Alimento e nutrição**. Universidade Estadual de Campinas, 2015, 170 p.

LÓPEZ-VARGAS, J. H., *et al.* Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International** (51, 2013, 756 – 763.

MARCELINO, G., *et al.* Caracterização e análise sensorial de cupcakes elaborados com diferentes concentrações de farinha de casca e polpa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Multitemas** 23 (54), 2018, 265-281.

MAIA, S. M. P. C. *et al.* Farinha de maracujá na elaboração de bolo de milho. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 13 (3), 2018, p. 328 – 336.

MOKRZYCKI, W.S.; TATOL, M. Colour difference δE - a survey. **Machine graphics & Vision International Journal**. 20(4), 2011, 383-411.

MORAIS, E. C. de, *et al.* **Brazilian Journal of Food Research**, 9 (2), 2018, 1-14.

NASCIMENTO, E. M. da G. C. do. *et al.* Benefícios e perigos do aproveitamento da casca de maracujá (*Passiflora edulis*) como ingrediente na produção de alimentos. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 72 (1), 2013, 1 – 9.

PADILHA, T.; BASSO, C. Biscoitos com resíduo de manga, maracujá e jabuticaba. **Disciplinarum Scientia**, Série: Ciências da Saúde, 16 (1), 2015, 79 – 88.

REIS, L. C. **Composição físico-químicas e de compostos bioativos de diferentes espécies de maracujá, estabilidade do suco e aproveitamento da farinha da casca de maracujá laranja**. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, 2018, Porto Alegre – RS.

REOLON, C. A. **Fatores de influência nas características físico-químicas e minerais da casca de maracujá e seu aproveitamento na elaboração de doce**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 84f.

SILVA, C. O. da., *et al.* Obtenção e caracterização da farinha do albedo de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) para uso alimentício. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 11 (3), 2016, 69-74.

SILVA, D. PAGANI, A.; SOUZA, R. Elaboração de *cupcake* adicionado de farinha de resíduo de umbu cajá: características sensoriais e químicas. **Revista Ciência (In) Cena. On-line**, 1 (7), 2018.

SPINOSA, E. de A. Caracterização de farinha da casca de maracujá amarelo e maracujá-do-cerrado. **Revista Científica Semana Acadêmica**, MMXVII (000100), 2017. Disponível em: <https://semanaacademica.com.br/artigo/caracterizacao-de-farinha-da-casca-de-maracuja-amarelo-e-maracuja-do-cerrado>. Acessado em: 14/03/2021.

CAPÍTULO 3 – ELABORAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CUPCAKES À BASE DE BANANA CONTENDO FIBRA DE MARACUJÁ

1. INTRODUÇÃO

Estudos realizados pela *Food and Agriculture Organization* (FAO) em 2016, mostram que toneladas de alimentos são descartadas durante o processamento de frutas e verduras e pós-colheita (BRITO, *et al.*, 2017). Os resíduos provenientes de indústrias de alimentos são descartados e causam problemas ambientais, quando poderiam ser utilizados para produção de outros alimentos e/ou enriquecimento nutricional de outros já existentes, tendo em vista que o valor nutricional desses resíduos muitas vezes é maior do que a parte considerada comestível do alimento que lhe deu origem (ALBUQUERQUE *et. al.*, 2013; PADILHA; BASSO, 2015).

O albedo do maracujá descartado como resíduo pode ser utilizado para produção de farinhas através da sua trituração, tendo em vista ser rico em fibras solúveis como pectina, que proporcionam uma melhora fisiológica nos níveis de colesterol e glicose sanguínea, além de contribuir para a saúde intestinal (CUNHA, 2018).

A pectina é um polissacarídeo estrutural presente na casca de frutas cítricas, de maçã entre outras frutas e muito utilizada na indústria de alimentos como geleificante e estabilizante (SANTOS, *et. al.*, 2018; CANTERI *et al.*, 2012; PINHEIRO, 2007). Possui estrutura química heteropolissacarídeo, composta principalmente de ácido galacturônico (KAZEMI; KHODAIYAN; HOSSEINI, 2019; ZANELA, 2013), e é classificada de acordo com o grau de esterificação, o que difere no mecanismo de formação do gel, podendo interferir na solubilidade e, consequentemente, na formação do gel (ZANELA, 2013; DE OLIVEIRA; WILLMS, 2016).

Além da utilização, pela indústria alimentícia, como estabilizante, espessante ou emulsificante, a pectina vem sendo utilizada em tratamentos na área de saúde, como na redução do colesterol e da glicemia (ZANELA, 2013; DE ARAÚJO *et al.*, 2017; JANEIRO *et al.*, 2008) e como transportador probiótico de alimentos (SANTOS; ANDRADE; GOUVEIA, 2017).

A farinha de trigo utilizada em variados produtos de panificação (pães, biscoitos, bolos etc.) pode ser substituída pela farinha de maracujá (FAM) e pectina (P), a fim de melhorar a qualidade nutricional, aumentando os teores de fibras e vitaminas nos alimentos e reduzindo

a quantidade de carboidratos que contribuem, significativamente, para o aumento da glicemia, principalmente em pacientes diabéticos (WASZAK; FERREIRA, 2011; OZORES; STORCK; FOGAÇA, 2015; FOSCHIA *et al.*, 2013).

Tendo em vista que vários estudos mostram a ação hipoglicemiante da farinha da casca do maracujá devido à grande quantidade de fibras em sua composição e levando em consideração que cerca de 20% desta é composta de pectina (fibra solúvel), o presente estudo teve como objetivo elaborar e caracterizar cupcakes à base de banana contendo fibra de maracujá em substituição de parte da aveia, a fim de desenvolver um produto rico em fibras, que possa ser consumido tanto pela população saudável, como por diabéticos, trazendo, assim, efeitos positivos para a saúde e possibilitando, desta forma, o consumo de produtos de panificação que, muitas vezes, têm uso restrito para diabéticos, devido seu alto teor de carboidratos simples. O uso da fibra do maracujá possibilitará o fornecimento de um produto panificável sem que este traga efeitos negativos sobre a elevação da glicemia sanguínea.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As cascas para produção da farinha e extração do albedo foram doadas por uma fábrica de polpa da cidade de Limoeiro do Norte, enquanto os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local.

Os *cupcakes* foram produzidos no Laboratório de Técnica Dietética (LTD) do IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte e na Planta Piloto de Panificação do IFCE, *Campus* Sobral. Foram realizados 4 pré-testes das formulações, onde a farinha de aveia foi substituída em diferentes proporções por FAM e/ou P de acordo com o peso da banana.

2.1 Obtenção da farinha do albedo de maracujá

A farinha de albedo de maracujá (FAM) foi obtida em laboratório de acordo com metodologia adaptada (DA SILVA *et al.*, 2016). O processamento do albedo de maracujá para produção de farinha foi realizado na Planta de Frutas e Hortaliças do IFCE, *Campus* Limoeiro do Norte, Ceará – Brasil, no período de dezembro de 2019 e janeiro de 2020.

As cascas foram maceradas em água potável por 24 h com trocas a cada 4 h, para reduzir, ao máximo, o amargo. Em seguida, foram submetidas a branqueamento e, posteriormente, foi feita a retirada do albedo. Este foi levado à estufa com circulação de ar

(marca HERAEUS INSTRUMENTALS, modelo UT-12) à temperatura de 65°C/ 24 h para secagem e, posteriormente, triturado em moinho (marca FRITSCH, modelo Industriestrasse 8) para obtenção da farinha do albedo de maracujá (FAM) como demonstrado no capítulo 2.

2.2. Extração da pectina da casca de maracujá

A pectina (P) foi extraída a partir de FAM (PINHEIRO, 2007) (Figura 3.1), a qual foi submetida a um sistema de refluxo em condensação (Figura 3.2A) à temperatura média de 97°C/ 1 h com ácido cítrico (0,086 %) em uma proporção de soluto/solvente 1:50 m/v. Após filtração (tecido de nylon), o extrato obtido foi resfriado até atingir 4°C e, em seguida, centrifugado a 5000 rpm/40 min (centrífuga marca Eppendorf, modelo 5804R). O sobrenadante foi misturado, com auxílio de agitador magnético, por 10 minutos, a álcool absoluto na proporção de 1:2 v/ v (Figura 3.2B). Após repouso de 1h, a pectina precipitada foi filtrada em tecido de nylon (Figura 3.2C) e seca em estufa (marca Heraeus, modelo T6) a 65 °C/ 12 h). Depois de seca, a pectina (Figura 3.2D) foi triturada em moedor de café (marca Cadense, modelo MDR302-220) e armazenada em recipiente hermeticamente fechado.

2.3. Caracterização da pectina da casca de maracujá

2.3.1. Rendimento

O rendimento foi avaliado através da equação 1 com base na farinha de maracujá usada.

$$Y_{pec} = (P/F) \times 100 \quad (1).$$

Onde, Y_{pec} (%) é o rendimento da pectina, P é o seu peso e F, o peso da farinha.

Figura 3.1 – Fluxograma para obtenção de pectina.

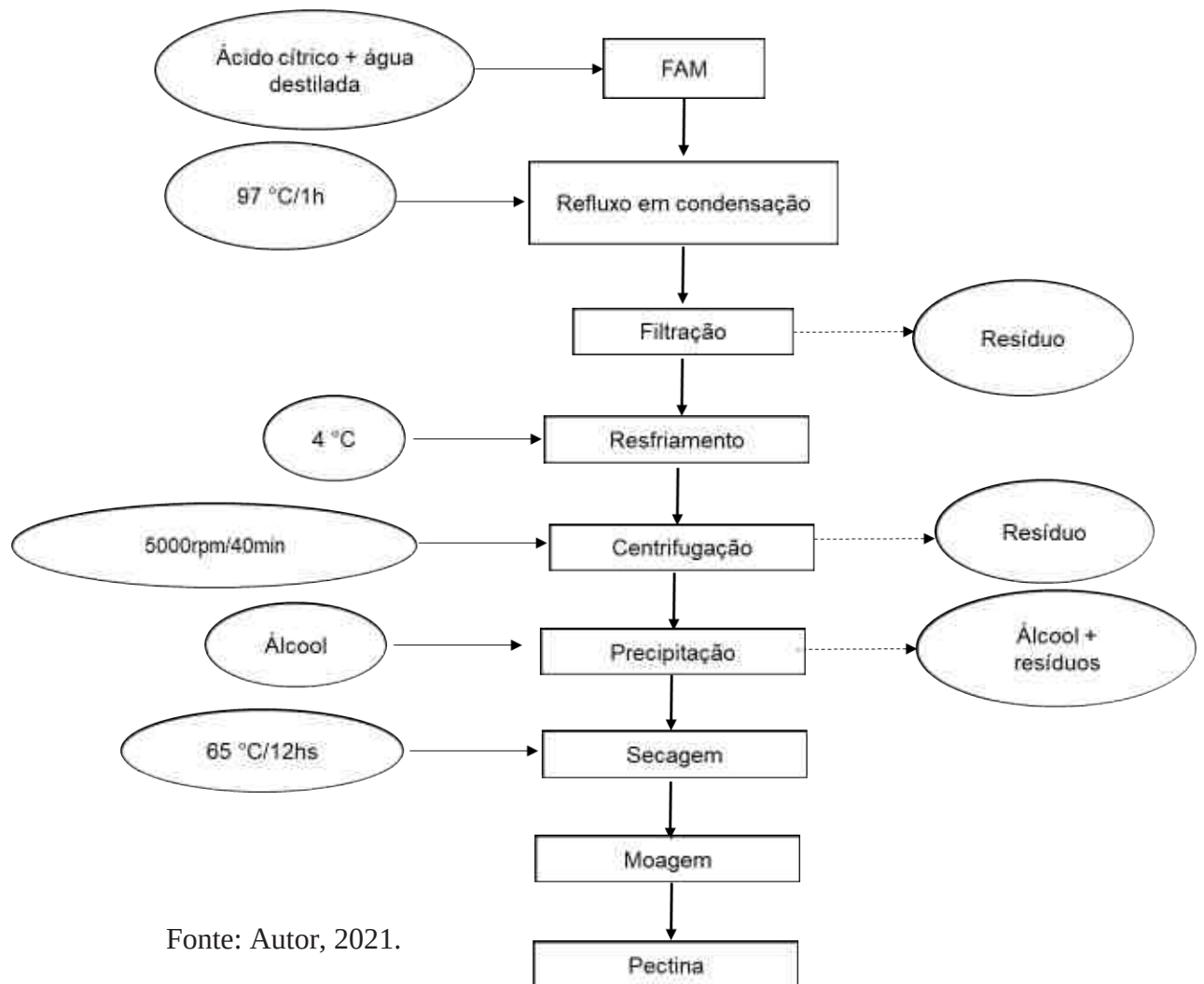


Figura 3.2 – Extração e secagem da Pectina



3.2A: Sistema de refluxo por condensação; 3.2B: Precipitação de pectina; 3.2C: Pectina seca; 3.2D: pectina em pó. Fonte: Autor, 2021.

2.3.2. Capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de retenção de óleo (CRE)

Para avaliar a capacidade de retenção de água/óleo da pectina, 1g da mesma foi adicionado a 10 ml destilada/óleo, sendo a mistura mantida à temperatura ambiente por 1h, homogeneizada a 15 min. por 5 seg. e, logo após, centrifugada a 4500 rpm/ 30 min. Removeu-se o sobrenadante e manteve-se os tubos inclinados por 30 min. até sua remoção total. O retido foi pesado e calculou-se a capacidade de retenção de água/óleo segundo metodologia descrita por Hosseini *et al.*, (2019), sendo o resultado expresso em gramas de água/óleo por grama de pectina.

2.3.3. Composição monossacarídica

Os ácidos urônicos foram quantificados utilizando ácido galacturônico como padrão. Foram adicionados 200 µl de amostra (100 µg/ ml) ou de padrão (10-100 µg/ml) em tubos de ensaio, os quais foram postos em banho de gelo. Aos tubos de ensaio, foram dispensados 1,2 ml de ácido sulfúrico concentrado + tetraborato de sódio 0,0125 M. A mistura foi fervida em banho maria por 5 min. e, após resfriamento em gelo, 20 µl de m-hidroxibifenil foram adicionados. As leituras foram realizadas em triplicata a 520 nm (BLUMENKRANTZ E ASBOE-HANSEN, 1973).

Os açúcares neutros foram quantificados por cromatografia gasosa (GC) após derivatização dos açúcares em acetatos de alditol. Primeiramente, os polissacarídeos foram hidrolisados a uma concentração de 1 mg/ml com TFA 2 M (120°C, 2 h). Após a hidrólise, o ácido foi evaporado à temperatura ambiente e os monossacarídeos resultantes foram reduzidos com NaBH₄ (4°C, 16 h) (WOLFROM; THOMPSON, 1963b) e acetilados com anidrido acético e piridina (T_{amb}, 16h) (WOLFROM; THOMPSON, 1963a). Os acetatos de alditol formados foram extraídos com clorofórmio e analisados em cromatógrafo *Thermo Scientific Trace GC Ultra*, coluna DB-225 (0,32 mm x 30 m x 0,25 µm).

2.3.4 Grau de metil-esterificação (DE)

O grau de metil-esterificação da pectina foi determinado por titulação e por espectrometria.

No método titulométrico, 0,2g de pectina foi umidificado por 2 ml de etanol e, em seguida, 20 ml de água destilada a 40°C foram adicionados e agitados por 2h. Decorrido esse tempo, adicionou-se 5 gotas de indicador fenolftaleína e titulou-se com NaOH 0,1 N, sendo o resultado anotado (Ti). Em seguida, mais 10 ml de NaOH 0,1 N foram adicionados e agitados por mais 2h. Posteriormente, adicionou-se 10 ml de HCl 0,1 N e agitou-se até completo desaparecimento da cor rosa. Nova titulação foi realizada com NaOH 0,1 N até a predominância da cor rosa, o resultado (Tf) foi anotado e o grau de esterificação foi calculado, como descrito em metodologia de Pinheiro (2008), através da equação 2:

$$DE (\%) = (Tf \div (Ti + Tf) \times 100) \quad (2).$$

Onde DE (%) é o grau de metil-esterificação da pectina, Tf é a titulação final e Ti titulação inicial.

Espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FT-IR), na faixa de frequência média (4000-400 cm⁻¹). Pastilhas foram produzidas a partir de KBr seco em estufa a 105°C e pectina seca por liofilização, ambas por 16 h, em uma proporção de 99:1. As áreas dos picos correspondentes à carboxila (1630 cm⁻¹) e ao metil-éster (1749 cm⁻¹) (VRIESMANN; PETKOWICZ, 2009) foram obtidas por integração para o cálculo do grau de metil-esterificação, dado pela equação 3:

$$DE (\%) = \frac{\text{Área } COOCH_3}{\text{Área } COOCH_3 + \text{Área } COOH} \times 100 \quad (3).$$

2.3.5 Teor de acetil

O teor de acetil das frações de pectina foi quantificado pelo método colorimétrico (HESTRIN, 1949). Foram misturados 0,5 ml de solução de pectina (1 mg/ ml) com 1,0 ml de uma mistura de cloridrato de hidroxilamina 2 M e NaOH 3,5 M (1:1, v:v) em um tubo de ensaio. Após 1 min, foram adicionados 0,5 ml de uma solução de HCl 1:2 (v:v) e 0,5 ml de FeCl₃ 0,37 M solubilizado em HCl 0,1 M. A mistura foi agitada, centrifugada para a remoção de partículas insolúveis e lida a 540 nm. Penta-O-acetil-β-D-galactopiranosose foi utilizado como padrão e as leituras foram realizadas em triplicata.

2.4. Teste de Formulações

Para definir as formulações a serem estudadas, foi realizada uma série de testes (Quadro 3.1), onde os pesquisadores avaliaram as características sensoriais (aparência, cor, aroma, sabor, textura) dos cupcakes. Os avaliadores provaram, discutiram e registraram suas impressões sobre cada uma das características até obter as três formulações finais (escolhidas para estudo): Padrão 2 (P2): Aveia em flocos finos (24,3%), FAM (0%) e pectina (0%); Teste 3 (T3): Aveia em flocos finos (14,8%), FAM (0%) e pectina (5%) e Teste 4 (T4): Aveia em flocos finos (24,3%), FAM (5%) e pectina (0%).

2.5. Caracterização dos Cupcakes

As formulações escolhidas de cupcakes (P2, T3 e T4) foram produzidas em três lotes e analisadas em triplicata, totalizando 27 amostras, preparadas com 350g de massa de cada formulação (Figura 3.4).

Quadro 3. 1 – Teste para definição das formulações

Ingredientes (%)	P1	P2	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Banana Madura	100	100	100	100	100	100	100	100
Ovos	68,6	68,6	68,6	68,6	37,2	37,2	37	37
Farinha de Aveia	24,3	-	-	-	-	-	-	-
Aveia em flocos finos	-	24,3	18,6	15,7	14,8	14,8	9,9	9,9
FAM	-	-	-	4,3	-	5	-	9,9
Pectina	-	-	5,7	4,3	5	-	9,9	-
Fermento	3,3	3,3	3,3	3,3	2,7	2,7	2,7	2,7
Canela	2,9	2,9	2,9	2,9	2,3	2,3	2,3	2,3

P1: Padrão 1; P2: Padrão 2; T1: Teste 1; T2: Teste 2; T3: Teste 3; T4: Teste 4; T5: Teste 5; T6: Teste 6.
Fonte: Autor, 2021.

Figura 3.3 – Formulações selecionadas para estudo.



P1: 24,8 % aveia flocos finos, 0% FAM e 0% pectina; T3: 14,8% aveia flocos finos, 5% pectina e 0% FAM; T4 = 14,8% aveias flocos finos, 0% pectina e 5% FAM.

Fonte: Autor, 2021.

2.5.1 Caracterização Físico-Química

A avaliação da cor na crosta e no centro dos cupcakes foi determinada com auxílio de colorímetro digital, previamente calibrado (MiniSacr by HunterLab, modelo MIVISCAN EZ), com uma área de medição de 13 mm de diâmetro e geometria óptica de 45° / 0°. O instrumento foi calibrado usando uma placa de calibração de branco padrão e a cor foi expressa de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação (Sistema de cores CIE $L^* a^* b^*$). As leituras foram registradas com, pelo menos, seis repetições para cada formulação (em três lotes) em posições aleatórias. Os resultados foram calculados utilizando o equipamento na escala de cores Hunter Lab. Nessa escala, L^* varia de 0 (preto) a 100 (branco); a^* indica o grau de esverdeado (para valores negativos) e o grau de vermelhidão (para resultados positivos). O eixo b^* também varia de negativo a positivo, indicando valores, respectivamente, de azul a amarelo. O total diferença de cor (ΔE^*) foi calculada usando equação (4) (FRANCIS; CLYDESDALE, 1975).

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (4)$$

Onde: ΔL^* , Δa^* e Δb^* são as diferenças entre as amostras em L^* , a^* e b^* , respectivamente.

A interpretação deste resultado foi baseada na diferença total de cor perceptível pelo olho humano, tendo em vista que este só é capaz de distinguir a diferença de cor se $1 < \Delta E^* < 3$; porém, para algumas cores, principalmente azuis, valores $\Delta E^* = 1$ podem ser detectados, mas para outras cores, como vermelho, o mesmo ΔE^* pode não ser perceptível (BODART *et al.*, 2008). Para Mokrzycki; Tatol (2011), só será perceptível a diferença entre duas cores a olho nu, até mesmo por um observador inexperiente, se $2 < \Delta E^* < 3,5$. No entanto, se os valores forem $0 < \Delta E^* < 1$, não se percebe a diferença, mesmo que o observador seja experiente.

A caracterização centesimal (proteína, lipídios, cinzas, umidade, fibra bruta) foi realizada de acordo com método descrito por AOAC (2005) e o carboidrato calculado por diferença. De posse dos dados, calculou-se o valor calórico para uma porção de 50g (unidade), levando em consideração os fatores de conversão de Atwater: 4 kcal/g (proteína), 4 kcal/g (carboidratos) e 9 kcal/g (lipídios) (BRASIL/ANVISA, 2001).

2.5.2 Análise de Textura

Usando um analisador de textura TA-XT plus (Stable Micro Systems, Haslemere, Reino Unido), foi caracterizado o perfil de textura (TPA) das formulações através do método AACC (2010) nos dias 1 e 4 de armazenamento. Foram avaliados os parâmetros firmeza, elasticidade, coesão e mastigabilidade, com o uso de uma sonda cilíndrica (R36), aplicando-se duplo teste de compressão de 50% da sua altura original a 1 mm/s e atraso de 5 s entre os ciclos e uma carga de 1 kg com força de gatinho de 5 g. Foi retirada a crosta de cada amostra e em seguida, feita a divisão em tamanho de 2 x 2 x 2 cm, sendo 108 repetições analisadas, doze repetições por lote de cada formulação, com os resultados expressos em média $\pm$ DP.

2.6. Estatística

Os dados foram avaliados estatisticamente através de valores médios, desvio padrão e da Análise de Variância (ANOVA), empregando-se o nível de significância de 5% e teste

Tukey para verificar se houve diferença entre as amostras, com o auxílio do *Software Estatística 7.0* (STARSOFT, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da pectina da casca de maracujá

Os resultados da caracterização da pectina estão descritos na Tabela 3.1.

3.1.1 Rendimento

O rendimento da pectina (Y_{pec}) extraída da FAM foi de 16,41%, superior ao encontrado por De Oliveira *et al.* (2015), 10,90% ($\pm 0,66$), também em farinha de maracujá. Pinheiro (2007), porém, obteve um rendimento de 27,4% ao extrair pectina de farinha de maracujá através da mesma metodologia. Rendimento similar (26%) foi encontrado por Vasco-Correa e Zapata (2017) ao realizarem extração enzimática de pectina da casca de maracujá.

Em extração, com ácido nítrico, de albedo de maracujá com diferentes graus de maturação, Talma *et al.* (2019) obtiveram rendimento de 27,7 % (maracujá verde) e 25,5% (maracujá maduro), porém Da Silva (2017), ao determinar quantidade de pectina pelo método gravimétrico por precipitação com pectato de cálcio, das farinhas elaboradas com o albedo e a casca integral do maracujá amarelo, com e sem maceração, secos nas temperaturas de 70 e 80°C, obteve resultado muito inferior ($0,29 \pm 0,16$), sendo este para o albedo sem maceração a 70°C; os demais foram ainda menores. Vale ressaltar que fatores como método, tempo e temperatura de extração, assim como a qualidade da matéria-prima podem influenciar no rendimento final da pectina, o que pode explicar o resultado encontrado no presente estudo.

3.1.2 Capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de retenção de óleo (CRE)

A capacidade de retenção de água (CRA) e capacidade de retenção de óleo (CRO) é a quantidade de água e/ou óleo que 1g de pectina consegue reter. Quanto maior esses valores, maior a capacidade de formar emulsões, o que contribui para a melhora da textura, evitando a sinérese, modifica a viscosidade e textura, aumenta a estabilidade, além de aumentar o volume

e diminuir as calorias dos alimentos, propriedades estas desejáveis na produção de panifícios (YUAN *et al.*, 2018; RUBIO-SENENT *et al.*, 2014).

Tabela 3.1 – Caracterização da pectina (média $\pm$ DP) da pectina extraída do albedo do maracujá.

	Média $\pm$ DP
Rendimento (%)	16,4 $\pm$ 0,9
CRA (g/ g de pectina)	3,4 $\pm$ 0,4
CRO (g/ g de pectina)	0,8 $\pm$ 0,1
Composição Monossacarídeos (%)	
Ácido urônico	80,8 $\pm$ 0,6
Ramnose	3,8 $\pm$ 0,2
Fucose	0,1 $\pm$ 0,1
Arabinose	3,6 $\pm$ 0,2
Xilose	1,7 $\pm$ 0,0
Manose	0,6 $\pm$ 0,2
Galactose	4,4 $\pm$ 0,6
Glicose	5,1 $\pm$ 0,4
DE (%) – titulação	85,6 $\pm$ 1,9
DE (%) – espectrometria	66,2 $\pm$ 2,0
Teor de Acetil (%)	1,2 $\pm$ 0,1

CRA: capacidade de retenção de água; CRO: capacidade de retenção de óleo; DM: grau de metil-esterificação.
Fonte: Autor, 2021.

A pectina do albedo do maracujá apresentou CRA de $3,38 \pm 0,35$ g/ g de pectina, resultado semelhante aos encontrados por Moura *et al.* (2020) em pectina de maracujá obtida por hidrólise ácida, que agiu reduzindo a CRA. Outro estudo que corrobora esse achado é o de Hosseini *et al.* (2019) em pectina extraída da casca de laranja azeda, que obteve uma CRA de 3,10 g/ g de pectina, porém inferior ao resultado de Kazemi (2019) em pectina de pistache de casca verde (4,11 g/ g). O CRO foi de $0,84 \pm 0,05$ g/ g de pectina, inferior aos encontrados por Moura *et al.* (2020), Hosseini *et al.* (2019) e Kazemir (2019) que foram de > 6 g/ g; 1,32 g/ g e 2,2 g/ g, respectivamente. Os resultados de CRA e CRO encontrados no presente trabalho irão favorecer a capacidade de emulsificação do produto.

Fatores como peso molecular, pH, temperatura, porosidade, tamanho das partículas, força iônica, fonte de pectina e a menor concentração de ácidos urônicos influenciam, significativamente, na CRA e CRO (MOURA *et al.*, 2020; ELLEUCH, *et al.*, 2011).

3.1.3 Composição monossacarídica

Uma variedade de monossacarídeos compõe as fibras dietéticas como a pectina. São esses monossacarídeos, juntamente com a massa molar e seu arranjo molecular, que irão definir suas propriedades físico-químicas e determinar suas funções no metabolismo humano, definindo, também, como irão interferir nas características sensoriais e tecnológicas dos produtos onde forem empregados (MOURA *et al.*, 2020; MOURA *et al.*, 2017).

A pectina extraída do albedo do maracujá apresentou $80,8 \% \pm 0,6$ de ácidos urônicos (Tabela 1), valor superior ao mínimo aceito para ser considerado pectina pela FAO (*Food and Agriculture Organization*) que é de 65%. Resultados semelhantes (85 g/100 de ácidos galacturônicos) foram encontrados por Vasco-Correa e Zapata (2019) e Liew *et al.* (2016) em pectinas de casca de maracujá obtidas por extração enzimática, enquanto Oliveira *et al.* (2016) encontram teor de pectina que variou entre $76,29 \pm 76,02$ e $66,27 \pm 0,98$ g/100 g, dependendo da temperatura empregada e Moura *et al.* (2017) obtiveram resultado de ácidos urônicos inferiores (51,3 %). Já Seixas *et al.* (2014), ao extraírem pectina de casca de maracujá com ácido acético, ácido tartárico e ácido nítrico, obtiveram teor de ácido urônico de 62,5; 50,0 e 82,3 % respectivamente.

Quanto maior o conteúdo de ácido urônico, maior a capacidade que a pectina tem de formar géis. Desta forma, a pectina do albedo do presente estudo mostrou-se superior a de outros estudos quanto a essa característica tecnológica. É importante lembrar que o método de extração pode influenciar nesta composição, tendo em vista que pode promover a liberação de alguns polímeros e a solubilização de outros, além da fonte da qual foi extraída, da localização do tecido e do teor de açúcares neutros (MOURA *et al.*, 2017; OLIVEIRA, 2015).

3.1.4 Grau de metil-esterificação

O grau de metil-esterificação (DE), mede a proporção de grupos de ácido galacturônico metilados em relação ao total de grupos de ácido galacturônico presentes na pectina. Pectinas com DE superior a 70 % são classificadas como pectinas rápidas, por geleificarem à temperatura mais alta (termos reversíveis). Quando o DE é maior que 50%, são classificadas como pectinas de alto grau de esterificação e, quando esse percentual é menor ou igual a 50% dos grupos carboxílicos esterificados, classificam-se como de baixo grau de esterificação (BOBBIO e BOBBIO, 1995; BRANDÃO e ANDRADE, 1999; PENNA, 2002).

Através da titulometria, o DE encontrado no presente trabalho foi de 85,57% ($\pm 1,94$), ao passo que, por espectrometria, foi obtido valor de 66,2 ($\pm 2,00$) e, mesmo em métodos diferentes, é classificada como de alto grau de esterificação. Resultados compatíveis com os de Vasco-Côrrea e Zapata (2019) que obtiveram pectina com DE de $67,5 \pm 0,1$ através da extração enzimática. Em estudo realizado por Talma *et al.* (2019), os resultados variaram de 49,8 – 76,3 % em pectina extraída do albedo de maracujás verde e maduro, respectivamente, revelando que o grau de maturação do fruto tem influência sobre o DE. Na pesquisa realizada por Santos *et al.* (2018), o DE da pectina do albedo variou, de acordo com tempo e temperatura empregados, entre 23,22 e 28,62 % e na de Santos, Andrade e Gouveia (2017), este foi de 13,55% em pectina da farinha de casca do maracujá da caatinga, obtida através de método semelhante ao do presente estudo. Percebe-se, assim, que vários fatores irão influenciar no DE da pectina.

3.1.5 Teor de acetil

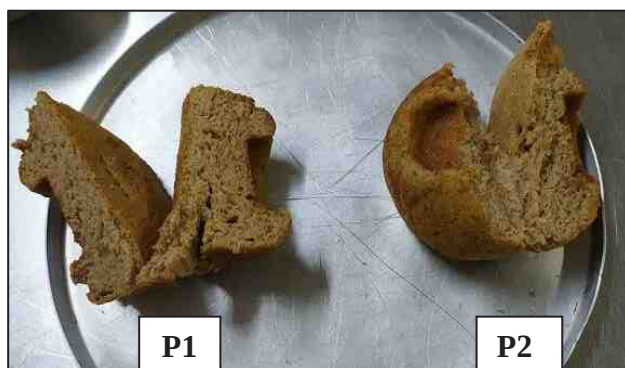
O teor de grupo acetil encontrado foi de 1,2 %, o que favorece a geleificação, tendo em vista que os grupos acetil agem inibindo a geleificação por impedir a esterificação. Assim, quanto maior ele for, menor será a geleificação (BEMILLER, 2019; COLODEL, et al, 2016).

3.2. Teste de Formulações

Para definição da amostra padrão, foram elaboradas duas formulações (Figura 3.4): P1 que utilizou farinha de aveia e P2 aveia em flocos finos. P1 apresentou pouco crescimento, textura firme, aspecto pegajoso e sem cor, enquanto P2 apresentou melhores características sensoriais (sabor, cheiro e cor característicos), bom crescimento da massa e textura macia com boa incorporação de ar, sendo esta a escolhida para o estudo. A partir de P2 foram realizados os testes para definir a quantidade de FAM e pectina que seriam utilizadas sem que interferisse nas características sensoriais do produto.

Para garantir o mesmo grau de doçura em todas as formulações, as bananas foram escolhidas de acordo com o estágio de maturação (estágio 7), que foi verificado através das características da casca, da firmeza da fruta e pela medição do ° Brix (22 a 24).

Figura 3.4 – Formulações testes para definição da formulação padrão.



P1: Padrão 1; P2: Padrão 2.

Fonte: Autor, 2021.

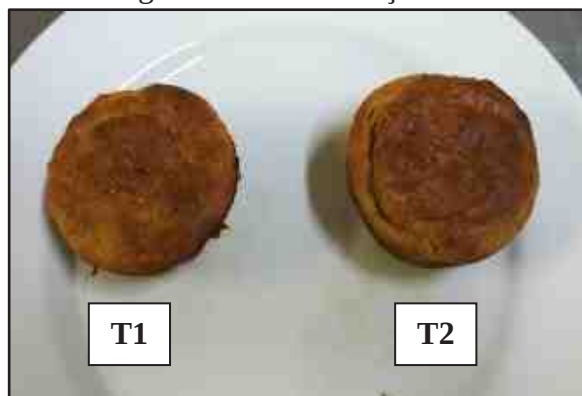
Em T1 foi reduzida a quantidade de aveia em flocos finos e adicionada a 5,7% e, em T2, a aveia em flocos finos foi substituída por 4,3% de FAM e 4,3% de pectina. Tanto T1 quanto T2 (Figura 3.5) não apresentaram textura e nem sabor agradáveis, o que levou à elaboração de mais formulações.

Com base nas observações de T1 e T2, foram necessários ajustes na quantidade de banana para melhorar a doçura e o sabor característico, redução de ovo, bem como redução da aveia flocos finos, para ajuste da textura, resultando em mais duas formulações: T3 (14,8% aveia flocos finos + 0% FAM + 5% pectina) e T4 (14,8% aveia flocos finos + 5% FAM + 0% pectina) (Figura 3.6). Ambas apresentaram bom crescimento da massa, com textura agradável e sabor característico (banana e canela).

Testou-se reduzir mais a aveia flocos finos e aumentar FAM ou Pectina, sendo T5 com 9,9 % aveia flocos finos + 9,9% FAM + 0% pectina e T6 9,9 % aveia flocos finos + 0% FAM + 9,9 % pectina, mas não foram obtidos resultados satisfatórios, pois, em T6, o sabor residual de FAM muito marcante, deixou o cupcake muito amargo e a T5 apresentou textura firme, sendo assim finalizados os testes, tendo em vista que T3 e T4 atenderam às expectativas, sendo escolhidas como formulação padrão para estudo.

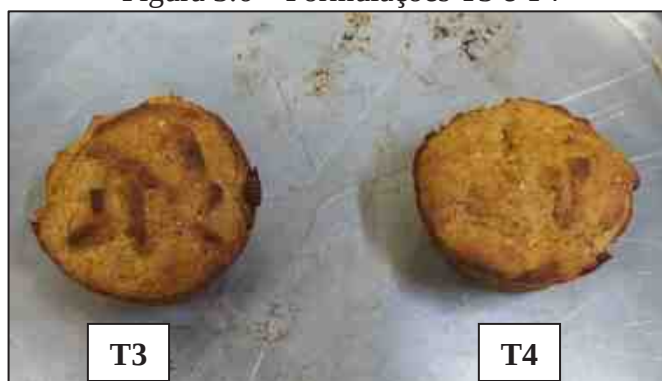
Diante dos testes realizados, foi observado que podem ser adicionados, sem comprometer a qualidade sensorial do produto, até 5% de farinha, tendo em vista que valores superiores podem gerar alteração do sabor, acentuando o amargo, por exemplo. Em relação à pectina, adicionando-se 10% no produto, há a descaracterização do cupcake por apresentar textura muito firme. Nesse trabalho, foi evidenciado ser adequado utilizar até 5% de pectina no cupcake à base de banana, a fim de preservar sua textura e não alterar outras características sensoriais.

Figura 3.5 – Formulações T1 e T2



T1: 5,7% de pectina; T2: 4,3% de pectina + 4,3% de FAM.
Fonte: Autor, 2021.

Figura 3.6 – Formulações T3 e T4



T3 (14,8% aveia flocos finos + 0% FAM + 5% pectina) e T4 (14,8% aveia flocos finos + 5% FAM + 0% pectina).
Fonte: Autor, 2021.

3.3. Caracterização dos Cupcakes

3.1. Composição Físico-química

A cor na crosta dos cupcakes (Tabela 3.2) mostra que T3 é diferente estatisticamente das demais amostras quanto à L^* , sendo assim mais clara. No entanto, a^* é estatisticamente menor, o que reflete uma tendência à cor menos avermelhada, enquanto T4 (b^*) tende a uma cor mais avermelhada que T3. No centro do cupcake (Tabela 3.2), T3 apresenta-se mais escura ($> L^*$) que as demais amostras. Sendo a^* significativamente superior em P2 e b^* significativamente maior em T4, isso demonstra que T3 tem variação de cor na região do amarelo, enquanto T4 tem variação de cor na região do vermelho.

Tabela 3.2 – Cor (média $\pm$ DP)* na crosta e no centro de cupcakes à base de banana contendo fibra de maracujá.

Cor		FORMULAÇÕES		
		P2	T3	T4
Crosta				
L*		46,32±1,58 ^b	58,96±0,93 ^a	46,56±2,33 ^b
a*		10,78±0,41 ^a	0,09±0,20 ^b	10,15±0,18 ^a
b*		26,07±0,87 ^{ab}	26,63±1,39 ^a	24,11±0,18 ^b
Centro				
L*		50,82±0,70 ^b	57,83±1,68 ^a	53,48±0,68 ^b
a*		8,29±0,08 ^a	5,64±0,12 ^c	6,77±0,22 ^b
b*		20,56±0,19 ^b	21,49±0,51 ^{ab}	21,64±0,35 ^a

P2 = Padrão 2 (0% de FAM e 0% de pectina); T3 = formulação contendo 5% de pectina; T4 = formulação contendo 5% de farinha do albedo do maracujá. *Letras iguais na mesma linha não há diferença significativa entre as formulações de acordo com teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Autor, 2021.

Comparou-se P2 $\rightarrow$ T3; P2 $\rightarrow$ T4 e T3 $\rightarrow$ T4 para verificar a diferença total de cores na crosta das formulações dos cupcakes. Os valores de ΔE^* obtidos foram $12,80 \pm 1,75$; $3,47 \pm 1,10$; $12,75 \pm 2,70$ para P2 $\rightarrow$ T3; P2 $\rightarrow$ T4 e T3 $\rightarrow$ T4 respectivamente. Sendo assim, todas as amostras apresentaram-se diferentes quanto à cor da crosta, com menor diferença entre P2 $\rightarrow$ T4, embora a diferença de cor possa ser percebida a olho nu, mesmo que o observador seja pouco experiente, tendo em vista que, quanto maior o valor de ΔE^* , maior é a diferença de cor perceptível. No centro (miolo) dos cupcakes, se confirma a diferença de cor perceptível entre as amostras ($7,61 \pm 2,14$; $3,29 \pm 0,54$ e $4,53 \pm 2,22$) P2 $\rightarrow$ T3; P2 $\rightarrow$ T4 e T3 $\rightarrow$ T4 respectivamente. Verifica-se com esses valores que o uso da pectina causou maior diferença na variação de cor das amostras que a FAM.

A composição físico-química das formulações definidas para estudo pelos pesquisadores estão descritas na Tabela 3.3. Como se pode observar, não há diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras apenas no que se refere a umidade, cinzas e fibras.

Em relação à proteína, as formulações P2 e T3 apresentaram maiores quantidade de proteína, 7,42 g e 6,80 g /100g, respectivamente, sem diferença significativa entre elas, apesar de a formulação P2 ter maior quantidade de ovos, o que, supostamente, aumentaria o teor de proteína do produto. Em T4, a quantidade de proteína foi significativamente menor que em T3, fator que necessita de mais investigação, uma vez que as formulações se diferenciam apenas na substituição da pectina por FAM.

Resultados inferiores (0,56 g / 100g) foram encontrados por Dos Santos (2008) ao produzir bolos de chocolate com 5% de farinha de casca de maracujá, bem como bolos de milho e aveia com a mesma quantidade dessa farinha. Maia *et al.* (2018) verificaram um teor proteico

de 4,7 g/100g, semelhante ao presente estudo. Em pães, também com 5% de farinha da casca de maracujá, Damasceno *et al.* (2018) encontraram teor de proteína de 6,6 g / 50g (1 fatia), porém observaram que o aumento da farinha para 10 e 15% não alterou esse teor proteico.

Tabela 3.3 – Composição físico-química (média $\pm$ DP)* de cupcakes à base de banana contendo fibra de maracujá.

CONSTITUINTES	FORMULAÇÕES		
	P2	T3	T4
Umidade (g /100 g)	5,50 $\pm$ 0,94 ^a	5,27 $\pm$ 0,32 ^a	4,81 $\pm$ 0,19 ^a
Cinzas (g /100 g)	4,61 $\pm$ 0,25 ^a	4,65 $\pm$ 0,22 ^a	4,68 $\pm$ 0,23 ^a
Proteína (g / 100 g)	7,42 $\pm$ 0,23 ^a	6,80 $\pm$ 1,16 ^a	4,86 $\pm$ 0,45 ^b
Lipídio (g /100 g)	12,06 $\pm$ 0,53 ^a	5,27 $\pm$ 0,79 ^b	5,40 $\pm$ 1,08 ^b
Carboidrato (g / 100 g)	70,98 $\pm$ 2,11 ^b	78,48 $\pm$ 1,74 ^a	79,92 $\pm$ 1,71 ^a
Fibra Bruta (g/100 g)	27,10 $\pm$ 6,17 ^a	26,19 $\pm$ 6,49 ^a	27,67 $\pm$ 6,17 ^a
Valor calórico (Kcal / 50 g)	209,51 $\pm$ 2,71 ^a	195,56 $\pm$ 3,46 ^b	194,08 $\pm$ 2,43 ^b

P2 = Padrão 2 (0% de FAM e 0% de pectina); T3 = formulação contendo 5% de pectina; T4 = formulação contendo 5% de farinha do albedo do maracujá. *Letras iguais na mesma coluna não há diferença significativa entre as formulações de acordo com teste de Tukey (p < 0,05).

Fonte: Autores, 2021.

Da Cruz; Pimentel; Klososki (2016), em estudo com bolo de caneca elaborado com farinha de banana verde, identificaram que o teor de proteína foi de 3,84 g/100g. Ortolan *et al.* (2016), ao adicionarem farinha de baru em cupcakes, perceberam um aumento significativo no teor de proteína entre as formulações com P (0% de farinha de baru) e F3 (12% de farinha de baru), 5,05 $\pm$ 0,09 e 6,53 $\pm$ 0,05 respectivamente. Andrade *et al.* (2018) verificaram um teor de proteína (9,30 g / 100 g) significativamente maior em formulação de bolo com farinha de feijão fava, que em formulação comercial à base de mix sem glúten para bolos (amido de milho não transgênico, farinha de arroz, polvilho doce, maltodextrina) disponível no mercado. Muffins produzidos com flocos de trigo sarraceno e farinha de amaranto (BA), em substituição à farinha de trigo (WF), apresentaram um crescimento proporcional de proteína, à medida que se aumentava a quantidade daqueles, chegando a 8,4 g / 100 g em muffins com 50% de substituição de WF por BA (ANTONIESWSKA, 2018).

Como se pode observar, o uso de farinhas derivadas de fontes alternativas como sementes, cascas etc., pode enriquecer, nutricionalmente, os produtos panificáveis em substituição à farinha de trigo.

Quanto aos lipídios, T3 e T4 apresentaram quantidade significativamente menor (5,50 e 5,40 g/ 100g) respectivamente, que P2 (12,06 g/ 100g). Esse fato pode ser justificado pela maior quantidade de ovo presente nesta formulação. Indo de encontro aos resultados de T4 do presente estudo, Maia *et al.* (2018) observaram, nos bolos de milho e aveia com 5% de farinha

de maracujá, resultados inferiores (2,74 g/ 100g) de lipídios, porém, na formulação padrão (100% de farinha de milho), o teor de lipídio (12,32 g/ 100g) foi semelhante a P2 do presente estudo. Branco (2017), ao desenvolver bolos com substituição parcial da farinha de trigo por farinha obtida do subproduto do maracujá, verificou que a quantidade de lipídeos aumentava significativamente, à medida que aumentava a concentração desta, sendo encontrados 7,70 g/ 100g na formulação com 15% de farinha de maracujá, resultado superior ao encontrado no presente trabalho.

Pães enriquecidos com farinha de maracujá (15%, 10% e 5%) apresentaram 6,5 g, 6,5 g e 6,6g, respectivamente, em uma porção de 50g (BODART *et al.* 2008), enquanto em pães (5% de farinha de maracujá) produzidos no estudo de Damasceno *et al.* (2018), o teor de lipídios foi de 3,5 g / 50 g (fatia).

A incorporação das farinhas alternativas derivadas de frutas e vegetais em produtos de panificação favorece a sua qualidade nutricional e redução do seu valor calórico (BRANCO, 2017). Cupcakes com 12% de farinha de baru em substituição à farinha de trigo apresentaram 27,65 g / 100g (ORTOLAN *et al.*, 2016), semelhante aos bolos com farinha de fava (ANDRADE *et al.*, 2018), onde o teor de lipídio foi, em média, 12,5 g / 100g.

O fato de a formulação T4 ter apresentado diferença significativa em relação às demais, no que se refere a proteína e lipídios, pode ser justificado pelo alto teor de fibras e, consequentemente, de carboidratos na mesma, fornecidos pela FAM. Outro fator que pode ter contribuído para a redução do lipídio em relação a P2 foi a diminuição da quantidade de ovos, necessária para obter uma consistência adequada da massa.

A substituição de parte da aveia flocos finos por pectina e farinha de albedo do maracujá elevou, significativamente, a quantidade de carboidratos de T3 e T4, que apresentaram quantidades superiores a P2, possivelmente devido ao fato de tais ingredientes serem fontes desse nutriente. Valores de carboidratos em bolos contendo farinha de maracujá foram inferiores aos do presente estudo, 55,69 g e 51,72 g / 100g, nas formulações contendo 10 e 15% de farinha de maracujá respectivamente (BRANCO, 2017), assim como nos bolos de milho e aveia produzidos por Maia *et al.* (2018), de 21,48 g/ 100g, bem como em bolos de chocolate com 15% de farinha de maracujá, nos quais foram encontrados 51,04 g/ 100g (SANTOS, 2008) e em pães enriquecidos com quantidade igual de farinha de maracujá (50,8 g e 50,6 g / 100g) respectivamente (DAMASCENO *et al.*, 2018).

De acordo com a RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012 (BRASIL, 2012), um alimento é considerado com alto conteúdo de fibras quando apresentar, no mínimo, 6g /100g e como

fonte de fibra se apresentar 3g /100g do alimento. Desta forma, todas as formulações do presente estudo são de alto conteúdo de fibra, não havendo diferença significativa ($p < 0,05$) entre elas. Damasceno *et al.* (2018) obtiveram resultados inferiores em pães com 15% de farinha da casca do maracujá (6,6g / 100g). Por sua vez, os bolos de chocolate estudados por Santos (2008), com a mesma quantidade de farinha de maracujá, apresentaram 5,94g /100g de fibras, sendo assim considerados também com alto conteúdo de fibra. Tais resultados mostram que a farinha do maracujá é uma boa fonte de fibras, sendo capaz de agregar maior valor nutricional aos alimentos.

O valor calórico de P2 foi significativamente superior a T3 e T4, possivelmente, pelo fato de apresentar maior teor de lipídios, o que contribui com 9 Kcal por cada grama de lipídio presente. Em bolos de milho e de chocolate, ambos com 5% de farinha de maracujá, o valor calórico foi de 123,23 Kcal/ 100g e 343,46 Kcal / 100 g respectivamente (MAIA *et. al.*, 2018; SANTOS, 2008).

Diante dos resultados de composição, tanto a pectina, quanto a FAM podem ser utilizadas na elaboração de bolos e outros produtos de panificação, sem comprometer o valor nutricional, mas sim, agregando qualidade a estes.

3.2. Perfil de Textura

Os resultados do perfil de textura das formulações no 1º e 4º dias pós armazenamento estão dispostos na Tabela 3.4. As amostras foram embaladas em sacos de propileno e armazenadas em temperatura ambiente para posterior análise.

Em relação à dureza, observa-se que T4 apresentou menores valores quando comparado às demais amostras, tanto no 1º, quanto no 4º dia de armazenamento. Observa-se, ainda, que a formulação padrão permaneceu com alta firmeza, enquanto nas demais amostras houve redução, o que pode ser justificado pela maior capacidade da fibra em absorver água do ambiente, tornando os bolos mais macios com os dias de armazenamento.

Andrade *et al.* (2018), ao produzirem bolos com farinha de fava e 0,5% de goma xantana, perceberam maior dureza, em comparação à amostra padrão (100% farinha de fava), bem como com o uso de galatocmanana. Outro estudo (SOUZA *et al.*, 2018), ao avaliar os impactos texturais em bolos elaborados com purê de banana verde em substituição à gordura, com baixo teor de açúcar, observou que as formulações se apresentavam mais firmes com tempo de cozimento maior (11,2 N – 25 a 40 min de cozimento). Ao elaborar formulações de

bolo sem glúten usando resíduo proveniente da produção de extrato aquoso de amendoim, pesquisadores (BARROSO *et al.*, 2019) encontraram uma dureza menor nos bolos com 50% de resíduo de amendoim, além de apresentarem menores valores de adesividade, coesividade e mastigabilidade em relação às demais formulações, sendo considerada a melhor. Os valores encontrados nas formulações do presente estudo são superiores aos referidos anteriormente para todos os parâmetros, o que se justifica pela grande quantidade de fibras que proporcionam uma maior retenção de água.

Tabela 3.4 – Perfil TPA (média $\pm$ DP)* após 1 e 4 dias de armazenamento.

Formulação Dias	Dureza (N)		Adesividade	
	1	4	1	4
P2	1781,69 $\pm$ 420,46 _{aA}	1901,30 $\pm$ 523,62 _{aA}	-1,62 $\pm$ 1,16 _{bB}	64,44 $\pm$ 20,72 _{bB}
T3	1901,77 $\pm$ 576,03 _{aA}	543,66 $\pm$ 146,85 _{bB}	-32,55 $\pm$ 1,94 _{aB}	-48,46 $\pm$ 2,55 _{bA}
T4	603,44 $\pm$ 129,55 _{bA}	307,49 $\pm$ 20,00 _{cB}	-8,86 $\pm$ 2,68 _{bB}	-38,22 $\pm$ 0,60 _{bA}
	Elasticidade		Coesão	
	1	4	1	4
P2	0,48 $\pm$ 0,09 _{cA}	0,35 $\pm$ 0,06 _{cB}	0,42 $\pm$ 0,08 _{bA}	0,17 $\pm$ 0,02 _{cB}
T3	0,92 $\pm$ 0,04 _{aA}	0,61 $\pm$ 0,13 _{aB}	0,72 $\pm$ 0,04 _{aA}	0,42 $\pm$ 0,05 _{aB}
T4	0,56 $\pm$ 0,03 _{bA}	0,51 $\pm$ 0,07 _{bB}	0,48 $\pm$ 0,02 _{bA}	0,34 $\pm$ 0,02 _{bB}
	Mastigabilidade (N)			
	1	4		
P2	354,24 $\pm$ 124,09 _{bA}	107,66 $\pm$ 30,96 _{bB}		
T3	1250,31 $\pm$ 350,67 _{aA}	141,99 $\pm$ 54,95 _{aB}		
T4	162,81 $\pm$ 36,02 _{cA}	53,89 $\pm$ 15,39 _{cB}		

P2 = Padrão 2; T3 = formulação contendo pectina; T4 = Formulação contendo farinha do albedo do maracujá.

*Letras minúsculas iguais na mesma coluna não houve diferença significativa entre as formulações de acordo com teste de Tukey ($p < 0,05$). Letras maiúsculas iguais na mesma linha não houve diferença significativa no período de armazenamento de acordo com teste T *Student* ($p < 0,05$).

A adesividade, força que o alimento exerce sobre a sonda (probe), impedindo que ele volte, foi significativamente maior em T3, efeito este que pode ter sido causado pela

presença da pectina na formulação. O aumento desse parâmetro deixou as formulações mais pegajosas, o que pode ser reflexo do efeito da pectina no alimento.

Quanto à elasticidade, que mede a recuperação do produto/alimento, foi significativa a diferença entre as formulações no período estipulado, sendo que T3 apresentou maior elasticidade. Já no que diz respeito à coesão (capacidade das moléculas se manterem unidas), as formulações diferiram significativamente entre si, em ambos os dias analisados. A força necessária na mastigação (mastigabilidade) foi maior em T3 no primeiro e quarto dias de armazenamento, pelo fato de ser mais dura, sugerindo, assim, que a pectina pura (T3) tem efeito diferente, na textura, daquele que apresenta quando está incorporada a FAM (T4). Estudo de bolos elaborados com farinha de fava com 0,5% de goma xantana mostra que eles sofreram alterações significativas, aumentando a firmeza e mastigabilidade, dificultando a mastigação, enquanto o galactomanana não influenciou as características do perfil de textura (ANDRADE et al, 2018).

4. CONCLUSÕES

A utilização, tanto da pectina, quanto da farinha do albedo de maracujá, é possível na elaboração ou enriquecimento de alimentos como panifícios, tendo em vista que as mesmas agregam valor nutricional. Torna-se uma excelente alternativa para a população, principalmente para indivíduos com restrições de consumo de carboidratos simples, como os diabéticos, por apresentarem propriedades funcionais já comprovadas em outros estudos, que proporcionam benefícios à saúde. Vale ressaltar a importância de controlar a quantidade destes ingredientes nas formulações, pois em quantidades maiores que 5%, tanto de farinha, como de pectina, podem alterar significativamente, as características sensoriais dos produtos, como observado no presente estudo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AACC (Approved methods of American association of cereal chemists). **American Association of Cereal Chemists, St Paul**. USA. International. Approved methods of analysis. St Paul: Approved Methods Committee, 2010, Available at: <http://methods.aaccnet.org/>

ALBUQUERQUE, L. da S. *et al.* Influência da educação nutricional no conhecimento sobre a relação dieta-doença de mulheres mastectomizadas. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**. v.38, n.2, p.97-114, 2013.

ANDRADE, F. J. E. T. *et al.* Influence of hydrocolloids (galactomannan and xanthan gum) on the physicochemical and sensory characteristics of gluten-free cakes based on fava beans (*Phaseolus lunatus*). *Food Funct.*, 2018, 9, 6369–6379.

ANTONIEWSKA, A. *et al.* **LWT - Food Science and Technology**. v.89, 217–223, 2018.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). Gaithersburg, MD, USA: **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 18.ed, 2005.

BARROSO, A. J. R. *et al.* *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 5, n. 4, p. 3327-3340, apr. 2019. ISSN 2525-8761.

BEMILLER, J. N. Pectina, In: **Carbohydrate Chemistry for Food Scientists**. 3^a ed. Editora Elsevier, 2019. p. 303 – 312. ISBN: 978-0-12-812069-9. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812069-9.00015-7>

BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G. (1973). New method for quantitative determination of uronic acids. *Analytical Biochemistry*, 54, 484-489.

BODART, M. *et al.* Photometry and colorimetry characterisation of materials in *daylighting evaluation tools*, *Build Environ.*, 2008, 43, 2046–2058.

BRANCO, F. R. W. **Desenvolvimento de bolo com substituição parcial da farinha de trigo por farinha obtida a partir do subproduto de maracujá**. TCC (graduação em Nutrição) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Nutrição, Cuiabá, 2017.
BRANDÃO, E.M.; ANDRADE, C.T. Influência de fatores estruturais no processo de gelificação de pectinas de alto grau de metoxilação. **Polímeros**, v.9, n.3, p. 38-44, 1999.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada-RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional complementar. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2012.

BRITO, A.L. B. Brito *et al.* Determination of inorganic constituents and physicochemical characterization of functional flour samples. *Microchemical Journal* 132, 112–118.

CANTERI, M. H. G. *et al.* Pectina: da Matéria-Prima ao Produto Final. *Polímeros*, vol. 22, n. 2, p. 149-157, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282012005000024>

COLODEL, C. *et al.* Otimização da extração ácida de pectina da casca de ponkan (*Citrus reticulata* blanco cv. Ponkan). **XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos: Alimentação: a árvore que sustenta a vida. X CIGR Section VI International Technical Symposium Food: the tree that sustains life.** 24 a 27 de outubro de 2016 – FAURGS – Gramado / RS.

CUNHA, M. da C. dos S. O. Efeito da farinha do albedo do maracujá amarelo no controle glicêmico de pessoas com diabetes tipo 2 na atenção primária à saúde. Dissertação (Curso de Mestrado Acadêmico em Enfermagem, Programa de Pós Graduação em Enfermagem), Universidade de Integração Internacional Lusofonia afro-Brasileira, Redenção, 2018.

DAMASCENO, C.S.B. *et al.* Efeito da adição de farinha da casca de maracujá (*Passiflora edulis*) na aceitabilidade de pão. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.19 n.3, Jul. - Set./2018.

DA CRUZ, A. C.; PIMENTEL, T. C.; KLOSOSKI, S. J. Pastel a la Taza con Harina de Banana Verde con Cáscara (*Musa sapientum*) como Sustituto Parcial de la Harina de Trigo: Composición Química y Aceptación. **RECyT** / Año 18 / N° 25 / 2016.

DA SILVA, E. C. O. *et al.* Obtenção e caracterização da farinha do albedo de maracujá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) para uso alimentício. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* V.11, N° 3, p. 69-74, 2016.
<http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v11i3.4062>.

DE ARAÚJO, M. F. M. *et al.* The effect of flour from the rind of the yellow passion fruit on glycemic control of people with diabetes mellitus type 2: a randomized clinical trial. **Journal of Diabetes & Metabolic Disorders.** (2017) 16:18
<https://doi.org/10.1186/s40200-017-0300-z>.

DE OLIVEIRA, M. S. R.; WILLMS, A. Extração diferenciada de pectina em frutas cítricas. **XXV Congresso Brasileiro de Ciências e Tecnologia de Alimentos. X CIGR Section IV International Technical symposium.** FAURGS – Gramado/RS, 2016.

DE SOUZA, C. B. *et al.* **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre.** 16 (2018) 90–99.

FOSCHIA, M. *et al.* The effects of dietary fibre addition on the quality of common cereal products, *Journal of Cereal Science* (2013), doi: 10.1016/j.jcs.2013.05.010.

FRANCIS, F. J.; CLYDESDALE, F. M. Food colorimetry: theory and applications, *The Avi, Westport, Connecticut, USA*, 1975.

HESTRIN, S. (1949). The reaction of acetylcholine and other carboxylic acid derivatives with hydroxylamine, and its analytical application. **Journal of Biological Chemistry.** 1949. 180, 249-261.

JANEIRO, D. I. *et al.* Efeito da farinha da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) nos níveis glicêmicos e lipídicos de pacientes diabéticos tipo 2. **Rev. Bras. Farmacogn. Braz J. Pharmacogn.** 18 (Supl.): Dez. 2008.

LIEW, S. Q., Chin, N. L., Yusof, Y. A., & Sowndhararajan, K. (2016). Comparison of acidic and enzymatic pectin extraction from passion fruit peels and its gel roperties. *Journal of Food Process Engineering*, 39, 501e511.

KAZEMI, M., KHODAIYAN, F. E HOSSEINI, S.S., Eggplant peel as a high potential source of high methylated pectin: Ultrasonic extraction optimization and characterization, *LWT – Food Science and Technology* (2019). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.060>.

MOKRZYCKI, W.S.; TATOL, M. COLOUR DIFFERENCE ΔE - A SURVEY.

MACHINE GRAPHICS & VISION INTERNATIONAL JOURNAL. **20(4), 2011, 383-411.**

MOURA, F. A. *et al.* Partially hydrolyzed pectin extracted from passion fruit peel: Molar mass and physicochemical properties. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. 21 (2020). <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2019.100206>

_____. Characterization and physicochemical properties of pectins extracted from agroindustrial by-products. *J Food Sci Technol* (September 2017) 54(10):3111–3117. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2747-9>

ORTOLAN, A. V. *et al.* Adição de farinha de baru em *cupcakes*: caracterização físico-química e sensorial entre crianças. *O Mundo da Saúde*, São Paulo - 2016;40(2):213-220.

OZORES, B.; STORCK, C. R.; FOGAÇA, A. de O. Aceitabilidade e características tecnológicas de bolo enriquecido com farinha de maracujá. *Disciplinarum Scientia*. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 61-69, 2015.

PADILHA, T. & BASSO C. BISCOITOS COM RESÍDUO DE MANGA, MARACUJÁ E JABUTICABA. *Disciplinarum Scientia*. Série: Ciências da Saúde, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 79-88, 2015.

PENNA, A. L. B. Hidrocolóides: usos em alimentos. *Food Ingredients*, v. 17, p. 58-64, 2002.

PINHEIRO, E. C. **Pectina da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*): otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físico-química.** 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SANTOS, A. V. Obtenção e incorporação de farinha de casca de maracujá na produção de bolos de chocolate. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processo) – Universidade Tiradentes – UNIT, Aracaju, 2008. 105 p.

RUBIO-SENENT, F. *et al.* Pectin extracted from thermally treated olive oil by-products: Characterization, physico-chemical properties, in vitro bile acid and glucose binding. *Food Hydrocolloids* xxx (2014) 1e11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.06.001>

SANTOS, D. *et al.* Extração ácida de pectina de casca de maracujá amarelo. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018**. 21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil.

SANTOS, E.; ANDRADE, R.; GOLVEIA, E. Utilization of the pectin and pulp of the passion fruit from Caatinga as probiotic food carriers. **Food Bioscience**. 20 (2017) 56–61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2017.08.005>.

SEIXAS, F. L. *et al.* Extraction of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) by microwave-induced heating. **Food Hydrocolloids**. 38 (2014) 186 – 192. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.12.001>

(Statsoft, 2007).

TALMA, S. V. *et al.* Characterization of pericarp fractions of yellow passion fruit: density, yield of flour, color, pectin content and degree of esterification. **Food Sci. Technol**, Campinas, 39(Suppl. 2): 683-689, Dec. 2019.

VRIESMANN, L. C.; PETKOWICZ, C. L. O.. Polysaccharides from the pulp of cupuassu (*Theobroma grandiflorum*): Structural characterization of a pectic fraction. **Carbohydrate Polymers**, 2009. 77, 72-79.

WASZAK, M. N.; FERREIRA, C. C. D. Efeito hipoglicemiante das farinhas de banana verde e de maracujá no controle da glicemia em diabéticos. Caderno UniFOA. Edição Especial do Curso de Nutrição – Novembro/2011.

ZANELA, K. **Extração da pectina da casca da laranja-pera (*citrus sinensis* L. Osbeck) com solução diluída de ácido cítrico**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química. Campinas, SP: [s.n.], 2013.

DISCUSSÃO GERAL

O levantamento bibliográfico realizado no capítulo 1 mostra que a farinha do maracujá vem sendo utilizada, tanto no desenvolvimento de novos produtos, quanto em testes para fins de benefícios à saúde. Dos 686 artigos, inicialmente selecionados pelos títulos através dos descritores e suas combinações, apenas 23 foram lidos na íntegra e incluídos no estudo, por se enquadrarem nos critérios de inclusão e exclusão. Destes 23 artigos, enquadraram-se na área de panifícios e massas apenas 6, sendo que o principal produto elaborado foi o biscoito (4 artigos). Em todos os trabalhos, o uso da farinha adicionada à formulação foi viável, gerando produtos com características sensoriais satisfatórias, com boa aceitação e ricos em fibras. Outros produtos utilizando coprodutos do maracujá (iogurte funcional, bebida probiótica, néctar, maionese, calda para sovetes, frutas estruturadas, barra de cereal e agente encapsulante) foram encontrados em cinco estudos, nos quais verificou-se que é viável a utilização da farinha de maracujá nesses alimentos, atentando-se à quantidade, devido às alterações nas características sensoriais que esta pode gerar.

Quanto à atividade biológica, a maioria dos estudos (9 estudos) foram realizados em animais e nestes o uso da farinha de maracujá apresentou resultados positivos em tratamentos de dislipidemias e também no metabolismo de glicose, assim como efeitos benéficos para a saúde intestinal, devido, principalmente, à grande quantidade de fibras presentes neste produto. No que concerne à aplicação da farinha de maracujá em estudos clínicos com seres humanos, percebeu-se um número reduzido de trabalhos (3 estudos). Em dois deles, essa farinha, assim como a sua forma comercial, foram utilizadas na produção de talharim e ambas apresentaram resultados positivos no controle da glicemia e do perfil lipídico, demonstrando, assim, suas propriedades funcionais. Porém são necessários avanços nesta fase (ensaio clínico) que possam embasar, cientificamente, o uso pelos seres humanos de forma segura e eficaz.

Com base nos resultados apresentados no capítulo 2, que trata da elaboração e caracterização físico-química de farinhas não tradicionais, como a farinha do maracujá, observou-se que a parte do maracujá, da qual é obtida a farinha, irá influenciar nestas características. A farinha do albedo de maracujá (FAMF) apresentou diferença significativa na cor, tendendo a uma cor mais clara que as amostras comerciais.

Quanto à composição, a FAMF apresentou menor atividade de água e umidade, fatores importantes para manutenção das características sensoriais, como sabor residual, e

preservação microbiológica dos produtos aos quais for incorporada. A FAMF também se destacou das amostras comerciais (FMAW, FMAY, FMAX e FMAZ), apresentando maior quantidade de resíduos minerais (cinzas) e fibra bruta, o que pode proporcionar benefícios a saúde, e menor quantidade de proteínas e lipídios, resultados estes esperados, tendo em vista que a FAMF foi obtida exclusivamente do albedo, eliminado o flavedo que compõe as cascas, material rico em outro componente, o que podem ter contribuído para a diferença em relação às marcas comerciais que, geralmente, são fabricadas a partir da casca integral.

O capítulo 3 trata da elaboração cupcakes à base de banana contendo a fibra do maracujá, tanto através da incorporação da farinha, quanto da pectina. Para isso, a FAMF ou FAM foi produzida a partir do albedo e dela foi obtida pectina através da extração com ácido cítrico. Foi realizada a caracterização da pectina e verificou-se que a mesma apresentou baixo rendimento, o que pode ter sido ocasionado pela dificuldade no controle de temperatura durante o processo de refluxo, tendo em vista que esse controle foi feito, manualmente, no termostato do equipamento, uma vez que não tinha como fixar a temperatura, fato que também pode gerar alteração na cor final da pectina. Esta ainda apresentou CRA e CRO que são considerados adequados quando se trata de sua utilização na incorporação de panificados, pois irão influenciar na ação emulsificante dos alimentos produzidos com a mesma. A pectina apresentou, ainda, grande quantidade de ácidos urônicos em sua composição, acima do mínimo exigido pela legislação, o que mostra a grande capacidade na formação de géis, muito utilizados na indústria de alimentos. O grau de esterificação variou de acordo com o método utilizado na análise, sendo maior quando feito por titulometria. No entanto em todos os métodos utilizados, a pectina do albedo foi classificada como de alto grau de esterificação. O percentual de grupo acetil encontrado também foi considerado baixo, o que comprova a boa capacidade dessa pectina em formar géis.

A fim de aplicar a farinha do albedo do maracujá e a pectina extraída desta em cupcakes à base de banana, foram realizados vários testes para escolha das formulações padrão e das formulações com uso daquelas que levaram à escolha de 3 formulações para estudo (P2, T3 e T4) com 0% de FAM e 0% de pectina; 5% de pectina e 0% FAM; 0% de pectina e 5% de FAM respectivamente. Para se chegar a estas, os pesquisadores analisaram as características do produto como textura, sabor, odor etc. e, após definidas as formulações, foi realizada análise da composição físico-química e do perfil de textura instrumental.

Os resultados encontrados mostram que ocorreu uma diferença na cor dos cupcakes, tanto na crosta como no centro (miolo), sendo que a formulação T3 (pectina) proporcionou

maior diferença na cor do produto, sendo este mais claro que os demais ($< L^*$) e a diferença total de cor (ΔE^*) foi menos perceptível a olho nu, quando se comparou P2 e T4, o que comprova uma influência da pectina na cor do produto. Quanto à composição centesimal, observou-se que a formulação P2 apresentou quantidade de lipídio significativamente maior que T3 e T4, devido a maior quantidade de ovo necessária para obtenção de uma textura adequada da massa, porém esse fator não proporcionou diferença significativa para proteína entre P2 e T3, o que sugere que a pectina pode ter contribuído mais que a farinha na quantidade de proteína. Não houve diferença significativa no teor de fibras das formulações e a quantidade encontrada em ambas caracteriza o produto como de alto teor de fibras, o que comprova que estas fibras podem ser utilizadas em alimentos, tanto para enriquecimento, como para elaboração de novos produtos, como mostrado na revisão de literatura. Além disso, o uso da fibra, seja a pectina pura ou a farinha, proporcionou aos produtos (T3 e T4) menor valor calórico que a P2, podendo este fator ser justificado pelo fato de estas fibras terem ação emulsificante, fator importante para panifícios, que substituiu o efeito que a gordura do ovo proporcionou a P2.

Os resultados do perfil de textura mostraram diferença nas formulações com o armazenamento, sendo que, após o quarto dia, os cupcakes apresentaram-se mais moles, maleáveis, quase desmanchando ao toque, como mostram os resultados de dureza, adesividade, elasticidade, coesão e mastigabilidade, os quais foram reduzidos, significativamente, do primeiro para o quarto dia de armazenamento, sugerindo, assim, que a maior presença de fibra pode proporcionar maior captação de água pelo produto, alterando assim suas características.

CONCLUSÃO GERAL

A farinha de maracujá e sua aplicabilidade na indústria de alimentos e para fins de saúde vêm sendo amplamente estudadas como pôde ser visto no levantamento bibliográfico realizado no presente trabalho, porém é necessária a ampliação dos estudos, principalmente na área clínica, de forma que tal produto possa ser utilizado de forma segura pelos humanos com base em evidências científicas.

A farinha de maracujá é um produto com alto teor de fibras, com destaque para pectina. É, também, uma opção viável de promover o aproveitamento de resíduos da agroindústria de forma a reduzir o impacto deles no meio ambiente, o que se soma a sua capacidade de promover benefícios à saúde por suas propriedades funcionais. Foi possível verificar que tanto a pectina, como a farinha do albedo são ingredientes que podem ser utilizados para elaboração e/ou enriquecimento de alimentos, como bolos e outros panifícios, de forma a possibilitar não só à população em geral, como também aos indivíduos com restrições específicas, o consumo de um produto alternativo que possa contribuir com uma melhor qualidade de vida, baseada no consumo de alimentos saudáveis.

É importante a continuidade dos estudos para verificar a aceitação desses produtos pela população, assim como estudos que visem verificar o impacto, tanto da farinha, quanto da pectina extraídas do maracujá, na saúde, como redução e/ou controle da glicemia.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Caracterização físico-química de farinhas não tradicionais e sua aplicabilidade em barras de cereais

Research, Society and Development, v. 10, n. 9, e60010918415, 2021
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18415>

Caracterização físico-química de farinhas não tradicionais e sua aplicação em barras de cereais

Physicochemical characterization on non-traditional flours and their application in cereals bars

Caracterización físicoquímica de harinas no tradicionales y su aplicación en barras de cereales

Recebido: 19/07/2021 | Revisado: 27/07/2021 | Aceito: 31/07/2021 | Publicado: 03/08/2021

Patrícia Chaves e Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9987-3375>
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: patricia_csilva@yahoo.com.br

Maria Edlane de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0709-1043>
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: edlanealmeida.almeida@gmail.com

Maria Elenice Silva Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9114-0804>
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: elenice.silva.es@gmail.com

Renata Chastinet Braga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6630-2835>
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará, Brasil
E-mail: rchastinet@ifce.edu.br

Anna Kelly Moreira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6846-2549>
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí, Brasil
E-mail: annakellymoreira@yahoo.com.br

Daniele Maria Alves Teixeira Sá

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5477-7526>
Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí, Brasil
E-mail: danielemaria@ifce.edu.br

Resumo

O processamento do maracujá gera grande quantidade de resíduos, desperdiçando nutrientes que poderiam ser utilizados de forma alternativa para produção de farinhas não tradicionais. O objetivo do estudo foi elaborar farinha a partir do albedo de maracujá, caracterizá-la e comparar com farinhas comerciais, além de fabricar barras de cereais a partir de farinha de albedo, minimizando os resíduos gerados. As cascas foram doadas por uma indústria de polpa local, das quais foi extraído o albedo, que foi seco em estufa de circulação de ar e em seguida triturada para obtenção da farinha. Realizou-se análise centesimal e cor das farinhas (albedo e comerciais). Foram elaboradas quatro formulações de barras de cereais (Amostra BC 01, sem acréscimo da farinha do albedo do maracujá, Amostra BC 02, 3% da farinha, Amostra BC 03, 7% da farinha e Amostra BC 04 11% da farinha) e avaliado sua composição e valor calórico. Realizou-se análises microbiológicas e a testes de aceitação e intenção de compra. Observou-se que a farinha produzida apresentou um elevado teor de fibra bruta (67,30 %) e um baixa quantidade de lipídios e umidade (0,40 % e 7,52 %), respectivamente, já as farinhas comerciais analisadas também apresentaram composição atendendo os padrões exigidos pela legislação, porém com maior quantidade de carboidrato. As barras de cereais atenderam aos padrões de aceitabilidade. Nos parâmetros sensoriais foi possível observar que a maioria dos provadores gostaram extremamente e gostaram muito das barras, afirmando que certamente comprariam o produto. Conclui-se que as farinhas de maracujá podem ser utilizadas como ingrediente alternativo no desenvolvimento e enriquecimento de alimentos, favorecendo a redução dos resíduos da agroindústria e trazendo potenciais benefícios para saúde.

Palavras-chave: *Passiflora edulis*; Farinha de maracujá; Albedo; Barra de cereais.

Abstract

Processing passion fruit generates a large amount of waste, wasting nutrients that could be used as an alternative for the production of non-traditional flours. The aim of the study was to prepare flour from passion fruit albedo, characterize it and compare it with commercial flours, in addition to manufacturing cereal bars from albedo flour, minimizing the waste generated. The husks were donated by a local pulp industry, from which the albedo was extracted, which was dried in an air-circulation oven and then crushed to obtain the flour. Proximate analysis and flour color (albedo and commercial) were performed. Four formulations of cereal bars were prepared (Sample BC 01, without addition of passion fruit albedo flour, Sample BC 02, 3% of the flour, Sample BC 03, 7% of the flour and

Sample BC 04 11% of the flour) and evaluated its composition and caloric value. Microbiological analyzes and acceptance and purchase intent tests were performed. It was observed that the flour produced had a high content of crude fiber (67.30%) and a low amount of lipids and moisture (0.40% and 7.52%), respectively, while the commercial flours analyzed also presented composition meeting the standards required by law, but with a greater amount of carbohydrate. Cereal bars met acceptability standards. In the sensory parameters, it was possible to observe that most tasters really liked and liked the bars a lot, stating that they would certainly buy the product. It is concluded that passion fruit flours can be used as an alternative ingredient in the development and enrichment of foods, favoring the reduction of agroindustry residues and bringing potential health benefits.

Keywords: *Passiflora edulis*; Passion fruit flour; Albido; Cereal bar.

Resumen

El procesamiento del maracujá genera una gran cantidad de residuos, desperdiciando nutrientes que podrían utilizarse como alternativa para la producción de harinas no tradicionales. El objetivo del estudio fue preparar harina a partir de albedo de maracujá, caracterizarla y compararla con harinas comerciales, además de fabricar barras de cereal a partir de harina de albedo, minimizando los residuos generados. Las cáscaras fueron donadas por una industria de pulpa local, de la cual se extraía el albedo, que se secaba en un horno de circulación de aire y luego se trituraba para obtener la harina. Se realizaron análisis próximos y color de la harina (albedo y comercial). Se prepararon cuatro formulaciones de barras de cereal (Muestra BC 01, sin adición de harina de albedo de maracujá, Muestra BC 02, 3% de la harina, Muestra BC 03, 7% de la harina y Muestra BC 04 11% de la harina) y evaluó su composición y valor calórico. Se realizaron análisis microbiológicos y pruebas de aceptación e intención de compra. Se observó que la harina producida tuvo un alto contenido de fibra cruda (67,30%) y una baja cantidad de lípidos y humedad (0,40% y 7,52%), respectivamente, mientras que las harinas comerciales analizadas también presentaron composición cumpliendo con los estándares exigidos por la ley, pero con una mayor cantidad de carbohidratos. Las barras de cereales cumplieron con los estándares de aceptabilidad. En los parámetros sensoriales, se pudo observar que a la mayoría de los catadores les gustaron mucho y les gustaron mucho las barras, afirmando que sin duda comprarían el producto. Se concluye que las harinas de maracujá pueden utilizarse como ingrediente alternativo en el desarrollo y enriquecimiento de alimentos, favoreciendo la reducción de residuos agroindustriales y aportando potenciales beneficios para la salud.

Palabras clave: *Passiflora edulis*; Harina de maracujá; Albido; Barra de cereal.

1. Introdução

O setor de produção alimentícia gera diversos resíduos que são partes das matérias-primas não utilizadas ou descartadas durante o processamento, estes são em maioria mais ricos em nutrientes do que outras partes do alimento que estamos habituados a ingerir. As indústrias que trabalham com a utilização de frutas não são uma exceção quando se trata de desperdício, os resíduos gerados são principalmente cascas, caroços, sementes e bagaços, que possuem em sua composição vitaminas, minerais e fibras entre de outros (Damasceno et al., 2018; Padilha & Basso, 2015).

Com a crescente ampliação das indústrias de alimentos, também ocorre um aumento na geração de resíduos, tendo em vista que cerca de um terço dos alimentos que são produzidos no Brasil são desperdiçados, gerando uma preocupação constante quanto ao seu destino. A busca por alternativas viáveis para utilização dos mesmos visa não só reduzir o descarte impróprio, mas também combater a insegurança alimentar e melhorar hábitos alimentares da população, o que tem levado ao desenvolvimentos de vários estudos sobre os uso de resíduos da agroindústria, dentre eles a produção de farinhas não convencionais provenientes de frutos como o abacaxi, baru, cajá, caju, maracujá, entre outros (Damasceno et al., 2018; Marcelino et al., 2018; Morais, 2018; Silva et al., 2018).

O maracujá amarelo ou maracujá azedo (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*) produzido nas regiões tropicais e subtropicais é cultivado em larga escala em quase todo o Brasil e a quantidade de resíduos produzidos por toneladas de suco processado é bastante expressivo, sendo importante que um número cada vez maior de soluções sejam desenvolvidas para que o reaproveitamento dos mesmos seja possível (Damasceno et al., 2018, Silva et al., 2016; Corrêa et al., 2016).

A casca do maracujá, principal resíduo desta fruta, compõe 60% do seu peso, é composta pelo flavedo, rico em fibras insolúveis, e o albedo, rico em fibras solúveis, sendo a pectina a mais especial, que auxilia na redução de glicose no sangue, além de ser fonte de niacina (vitamina B3), ferro, cálcio e fósforo (Garcia, Milani & Ries, 2019; Silva et al., 2016;

Cazarin et al., 2014). A farinha produzida a partir da casca do maracujá é classificada como um alimento funcional, devido a sua composição vários estudos corroboram sua ação na saúde no controle do colesterol, glicemia e ação intestinal, desta forma essas farinhas vem sendo cada vez mais utilizadas por pacientes que buscam o controle e prevenção destas doenças uma vez que esses resultados já formaram comprovados em animais (Faveri et al., 2020; Maia et al., 2018; Silva et al., 2016; Lima, 2015).

Tendo em vista que a literatura vem comprovando grandes benefícios à saúde das farinhas não convencionais e não só para o enriquecimento e desenvolvimentos de produtos alimentícios, o presente trabalho teve como objetivo elaborar e caracterizar a farinha do albedo do maracujá, caracterizar farinhas de maracujá comerciais, a fim de compará-las e produzir e avaliar barras de cereais utilizando farinha de albedo de maracujá.

2. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa analítica, na qual foi feita análise da relação entre variáveis que podem influenciar no resultado final do produto, de natureza quantitativa tendo em vista que foi feito um levantamento dados quantitativos através de experimentos com metodologias definidas, a fim de caracterizar os produtos em estudo e, laboratorial, pois foi realizada em ambiente com situações controladas (Pereira et al., 2018; Moraes & Fonseca, 2017).

2.1 Obtenção da Farinha

O processamento do albedo de maracujá para produção de farinha (Figura 1) foi realizado através de metodologia descrita por Ferreira et al. (2015) com adaptações. As demais farinhas foram adquiridas no mercado local de Limoeiro do Norte, Ceará – Brasil, no período de dezembro de 2019 e janeiro de 2020.

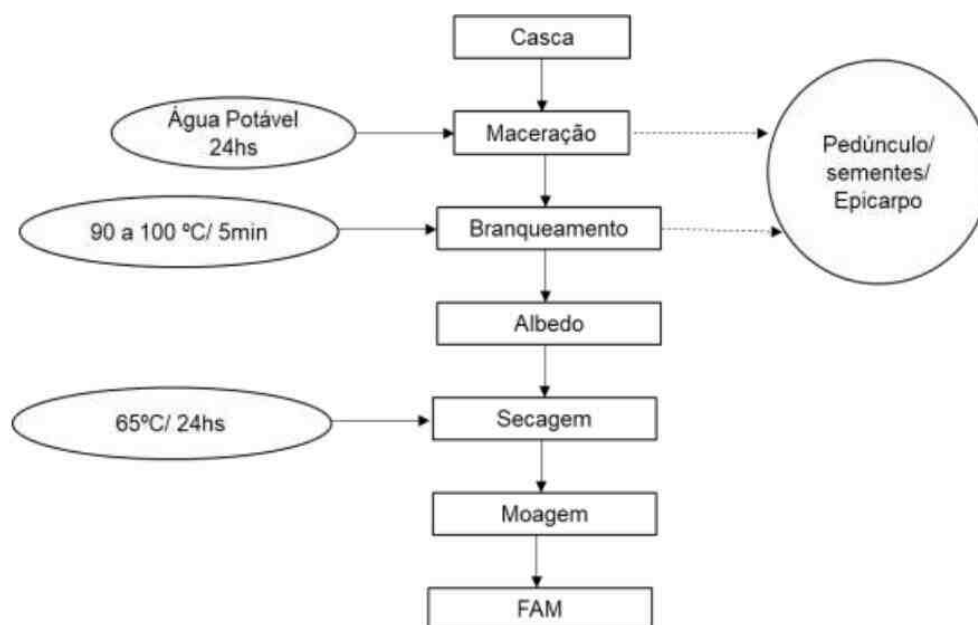
As cascas foram maceradas em água potável por 24hs com trocas a cada 4hs, de acordo com metodologia descrita por Oliveira et al. (2002), adaptada, para reduzir ao máximo o amargo, em seguida foram submetidas a branqueamento e posteriormente foi feita a retirada do albedo (Figura 2A). Este foi levado a estufa com circulação de ar (marca HERAEUS INSTRUMENTALS, modelo UT-12) a temperatura de 65 °C/24h para secagem (Figura 2B) e posteriormente triturada em moinho (marca FRITSCH, modelo Industriestrasse 8) para obtenção da farinha do albedo de maracujá (FAM) (Figura 3).

2.2 Produção da Barra de Cereal

2.2.1 Pré-testes

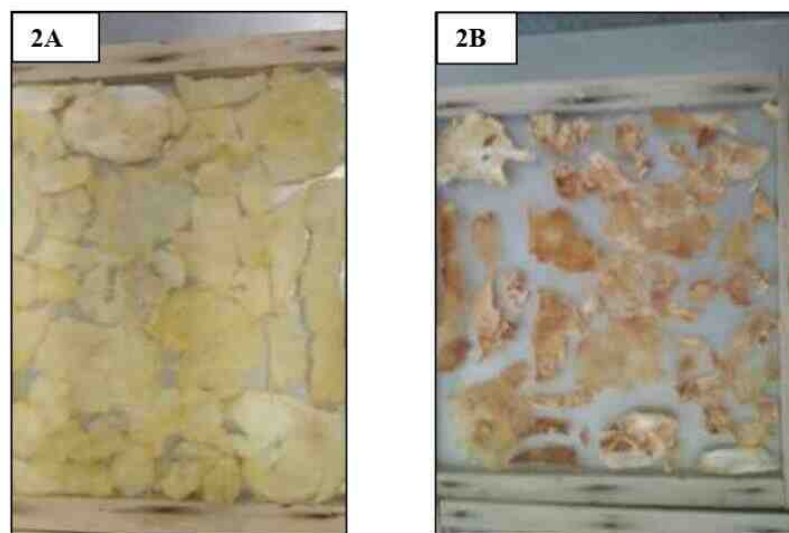
Foram realizados pré-testes até que obteve-se a formulação final. Decorrente dos estudos das formulações, foram elaboradas as formulações descritas na Tabela 1 e na Tabela 2, onde não resultaram em um produto com os padrões ideais de cor, odor, textura e sabor.

Figura 1 - Fluxograma de produção da Farinha do Albedo do Maracujá.



Fonte: Autores (2020).

Figura 2 - Extração do albedo e secagem do albedo.



2A: albedo do maracujá.

2B: Albedo seco.

Fonte: Autores (2020).

Figura 3 - Farinha obtida do albedo do Maracujá.



Fonte: Autores (2020).

Tabela 1 - Ingredientes das barras de cereais (Pré-teste 01).

Ingredientes	FORMULAÇÕES PRÉ-TESTE 01 %			
	BC 01	BC 02	BC 03	BC 04
Aveia em flocos	19	17,5	15,5	13,5
Flocos de arroz	12	10,5	8,5	6,5
Castanha	8	8	8	8
Farinha de albedo	0	3	7	11
Coco ralado	6	6	6	6
Xarope de glicose	27,5	27,5	27,5	27,5
Açúcar mascavo	10	10	10	10
Mel de abelha	9	9	9	9
Gordura vegetal	2	2	2	2
Polpa de maracujá	6,5	6,5	6,5	6,5

BC 01 (barra de cereal com 0% de albedo); **BC 02** (barra de cereal com 3% de albedo); **BC 03** (barra de cereal com 7% de albedo); **BC 04** (barra de cereal com 11% de albedo).

Fonte: Autores (2020).

Tabela 2 - Ingredientes das barras de cereais (Pré-teste 02).

Ingredientes	FORMULAÇÕES PRÉ-TESTE 02 %			
	BC 01	BC 02	BC 03	BC 04
Aveia em flocos	20	18,5	16,5	14,5
Flocos de arroz	12	10,5	8,5	6,5
Farinha de albedo	0	3	7	11
Coco ralado	7	7	7	7
Xarope de glicose	27,5	27,5	27,5	27,5
Açúcar mascavo	10	10	10	10
Mel de abelha	10	10	10	10
Gordura vegetal	3,5	3,5	3,5	3,5
Polpa de maracujá	10	10	10	10

BC 01 (barra de cereal com 0% de albedo); **BC 02** (barra de cereal com 3% de albedo); **BC 03** (barra de cereal com 7% de albedo); **BC 04** (barra de cereal com 11% de albedo).

Fonte: Autores (2020).

Para a produção da barra de cereais foram elaboradas quatro formulações com diferentes concentrações da farinha de albedo do maracujá. A formulação BC 01, não apresentou farinha de albedo de maracujá; a formulação BC 02 apresentou 3% dessa farinha, enquanto a BC 03 e BC 04 apresentaram 7% e 11%, respectivamente avaliando assim seu poder nutricional.

As barras de cereais foram elaboradas contendo uma fase líquida (xarope de aglutinação 58%) e uma fase sólida (ingredientes secos 42%). Na fase líquida, as proporções dos ingredientes do xarope de aglutinação foram determinadas por meio de uma sequência de testes preliminares.

2.2.2 Formulação final

Os ingredientes para produção das barras de cereais, exceto o albedo, foram adquiridos no comércio da cidade de Sobral – CE. Os mesmos foram transportados para a planta piloto de Frutos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus* Sobral.

Os ingredientes da fase sólida foram compostos por: aveia em flocos, flocos de arroz, castanha de caju e farinha de albedo do maracujá (nas formulações BC 02, BC 03 e BC 04 em substituição da aveia em flocos de acordo a concentração de cada uma) e os ingredientes da fase líquida foram compostos por: gordura vegetal, açúcar mascavo, mel de abelha, xarope de glicose e polpa de maracujá, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 – Ingredientes das barras de cereais (Formulação final).

INGREDIENTES	TRATAMENTOS			
	BC 01	BC 02	BC 03	BC 04
Fase seca				
Aveia em flocos	20%	17%	13%	9%
Flocos de arroz	12%	12%	12%	12%
Castanha de caju	10%	10%	10%	10%
Albedo de maracujá	-	3%	7%	11%
Fase líquida				
Xarope de glicose	28,5%	28,5%	28,5%	28,5%
Açúcar mascavo	10%	10%	10%	10%
Mel de abelha	9%	9%	9%	9%
Gordura vegetal	2%	2%	2%	2%
Polpa de maracujá	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%
Total (%)	100	100	100	100

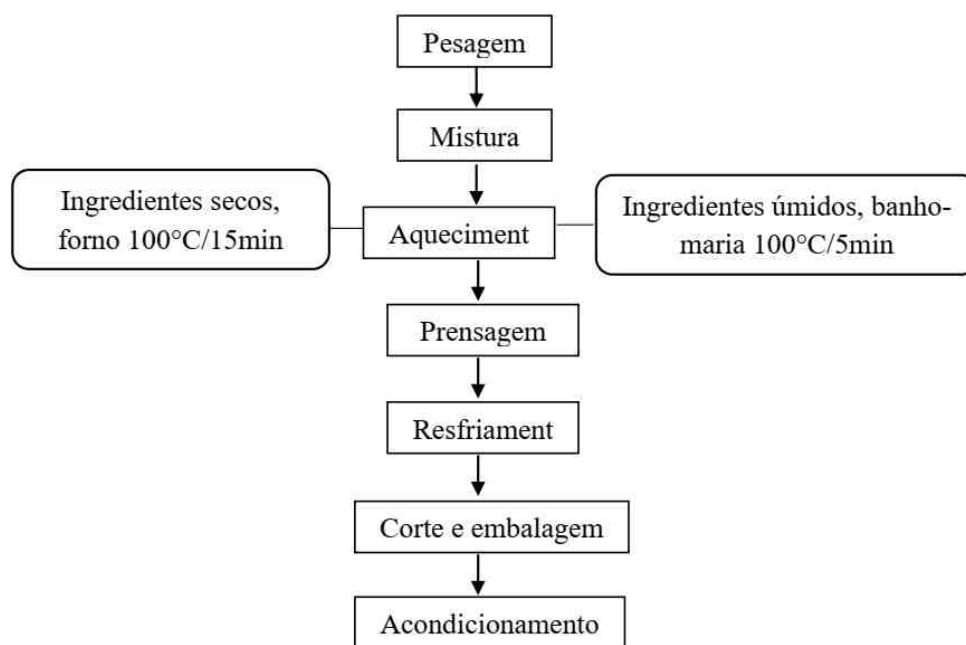
BC 01 (barra de cereal com 0% de albedo); **BC 02** (barra de cereal com 3% de albedo); **BC 03** (barra de cereal com 7% de albedo); **BC 04** (barra de cereal com 11% de albedo).

Fonte: Autores (2020).

A Figura 4 apresenta o fluxograma do preparo das barras de cereais. Antes de iniciar a produção das barras de cereais, todos os, móveis e utensílios, foram higienizados com água clorada a 0,04%, em seguida foram pesados os ingredientes secos (aveia em flocos, flocos de arroz, castanha de caju e farinha de albedo do maracujá (nas formulações BC 02, BC 03 e BC 04 em substituição da aveia em flocos de acordo a concentração de cada uma).

Os ingredientes secos foram misturados e homogeneizados manualmente por 5 minutos e levados ao forno aquecido a 100°C por 15 min. Já os ingredientes do xarope de aglutinação (exceto a polpa de maracujá) foram misturados e levados para o banho-maria (100°C/5 min). Decorrido esse tempo, os ingredientes secos e tostados foram adicionados ao xarope de aglutinação, permanecendo no banho-maria por mais 5 minutos, após 4 minutos destes foi adicionado a polpa de maracujá, continuando a misturá-los por mais 1 minuto.

Figura 4 – Fluxograma das operações de processamento das barras de cereais.



Fonte: Autores (2020).

Depois de misturados, os ingredientes secos e xarope formaram uma massa que foi prensada e moldada em forma envolvida com papel manteiga, onde permaneceu até atingir temperatura ambiente, separadamente, BC 01 (Figura 5A), BC 02 (Figura 5B), BC 03 (Figura 5C) e BC 04 (Figura 5D). Posteriormente, foram fracionadas (aproximadamente 14 gramas) e acondicionadas em papel manteiga, seladas e armazenadas em potes herméticos.

2.3 Análises

2.3.1 Físico-químicas

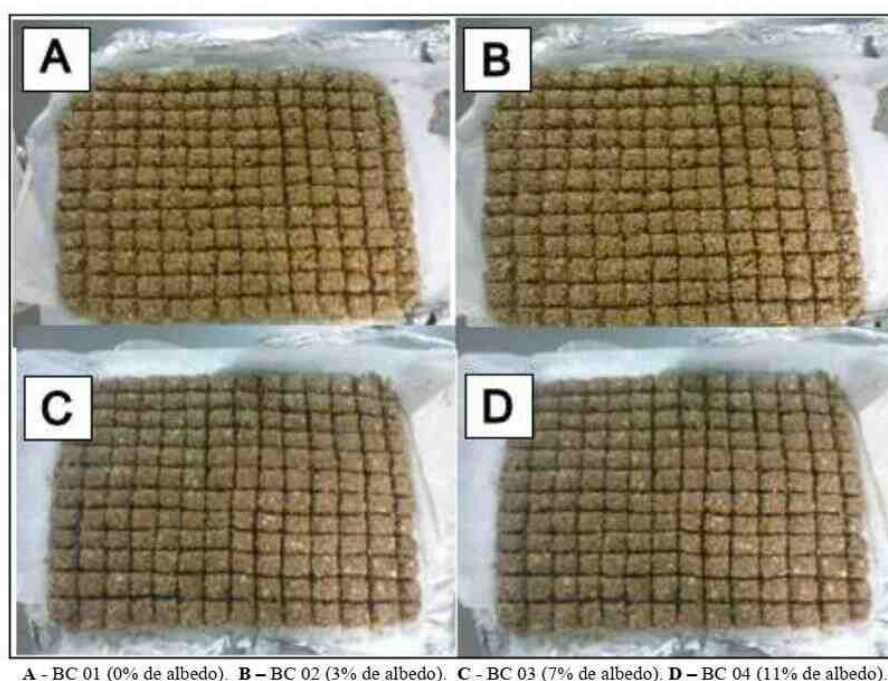
A avaliação da cor das farinhas foi determinada com auxílio de colorímetro digital previamente calibrado (MiniSacn by HunterLab, modelo MIVISCAN EZ) com uma área de medição de 13 mm de diâmetro e geometria óptica de 45 ° / 0 °. O instrumento foi calibrado usando uma placa de calibração de branco padrão e a cor foi expressa de acordo com a Comissão Internacional de Iluminação (Sistema de cores CIE L * a * b *). As leituras foram registradas com pelo menos seis repetições para cada formulação (em três lotes) em posições aleatórias. Os resultados foram calculados utilizando o equipamento na escala de cores Hunter Lab. Nesta escala, L* varia de 0 (preto) a 100 (branco); a* indica o grau de esverdeado (para valores negativos) e o grau de vermelhidão (para resultados positivos). O eixo b* também varia de negativo a positivo, indicando valores, respectivamente, de azul a amarelo. O total diferença de cor (ΔE^*) foi calculada usando eqn (1) (Francis & Clydesdale, 1975).

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

Onde: ΔL^* , Δa^* e Δb^* são as diferenças entre as amostras em L*, a* e b*, respectivamente.

A interpretação deste resultado foi baseada na diferença total de cor perceptível pelo olho humano, tendo em vista que este só é capaz de distinguir a diferença de cor se $1 < \Delta E^* < 3$; porém, para algumas cores, principalmente azuis, valores $\Delta E^* = 1$ podem ser detectados, mas para outras cores, como vermelho, o mesmo ΔE^* pode não ser perceptível (Bodart et al., 2008). De acordo com Mokrzycki e Tatol (2011) a percepção da diferença entre duas cores só é claramente percebida se $3,5 < \Delta E^* < 5$, independente da experiência do observador, se $1 < \Delta E^* < 2$ apenas um observador experiente irá notar a diferença entre duas cores.

Figura 5 – Barras de cereais com diferentes concentrações.



Fonte: Autores (2020).

A atividade de água (A_w) das farinhas foi determinada por medida direta através de aparelho Aqualab Lite. Foram seguidas as metodologias propostas pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2000).

Para a caracterização físico-química das amostras de farinhas e das barras de cereais foram realizadas as seguintes análises: umidade, determinada pelo método gravimétrico de perda de massa por dessecação; cinzas, determinado submetendo as amostras a um processo de carbonização prévia seguida de incineração completa em mufla a temperatura de 550°C por 6 horas; proteínas, determinado por destilação de nitrogênio orgânico (Micro-Kjeldahl); Lipídeos determinado pela extração com solventes (Hexano) em extrator de Soxhlet fibras que foi determinado por digestão ácida seguida de digestão alcalina da amostra seca desengordurada por 30 minutos a cada digestão; o teor de carboidratos que foi calculado a partir da diferença dos teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios. Para o cálculo do valor calórico das barras de cereais foram utilizados fatores de conversão de Atwater: 4 kcal/g (proteína), 4 kcal/g (carboidratos) e 9 kcal/g (lipídios) (Brasil, 2001a).

2.3.2 Análise microbiológicas

As análises microbiológicas das barras de cereais foram realizadas no laboratório de microbiologia, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Campus Sobral.

As análises microbiológicas foram realizadas conforme metodologia descrita pelo Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos (Silva et al., 2001). Foram realizadas as seguintes análises: Coliformes Termotolerantes e Coliformes Totais, sendo as de Coliformes Termotolerantes indicada para cereais estabelecido pela Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2001b).

2.3.3 Análise sensorial

Os testes foram aplicados no laboratório de Análise Sensorial do Eixo de Produção Alimentícia do curso de tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFCE, *Campus Sobral* onde apresenta estrutura adequada para a realização dos testes, pois dispõe de cabines individuais, com iluminação adequada e sala climatizada. Foi aplicado o teste de aceitação, com escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde 9 representava a nota máxima “gostei extremamente” e 1 a nota mínima “desgostei extremamente”. Os provadores avaliaram os atributos cor, aroma, textura, sabor, impressão global e intenção de compra do produto com o objetivo de verificar sua aceitação do produto pelos consumidores.

A equipe sensorial foi composta por 60 provadores não treinados entre estudantes, funcionários e professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus Sobral*. A amostra foi codificada aleatoriamente com três dígitos e foi servida em copos plásticos descartáveis de 50 mL a temperatura ambiente, em cabines individuais e na forma de blocos completos casualizados. As amostras foram acompanhadas de copo d’água e da ficha de avaliação.

2.3.4 Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente através de valores médios, desvio padrão e Análise de Variância (ANOVA), utilizando uma margem de 5% de significância e teste Tukey, para as amostras diferentes. Utilizou-se como ferramenta o programa Sisvar versão 5.01 e Statistica 7.0, para as físico-químicas foram analisados as médias e desvio padrão como ferramenta o programa Microsoft Excel 2010.

3. Resultados e Discussão

3.1 Rendimento da desidratação do albedo

Após desidratação do albedo o rendimento de farinha foi de 9,28%, visto que para 4.754,62 gramas de albedo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*), foram obtidas, 441,15 gramas de farinha de albedo. Esse rendimento obtido mostra-se próximo ao alcançado por Oliveira (2009), onde obteve rendimento de 10,3% de farinha em relação ao albedo de maracujá.

No que diz respeito ao albedo, o rendimento encontrado para 9.820,89 gramas de maracujás foi de 48,41%, correspondente as 4.754,62 gramas de albedo, percentagem também próxima a alcançada por Oliveira (2009), que obteve rendimento de 51,25% de albedo em relação ao fruto do maracujá.

3.2 Caracterização das Farinhas de Maracujá

Os resultados da análise físico-química das farinhas de maracujá (*P.edulis*) comerciais e produzida a partir do albedo estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 – Caracterização físico-química das farinhas de albedo de maracujá (Média ± DP).

ANÁLISES	AMOSTRAS				
	FAMF	FMAW	FMAY	FMAX	FMAZ
L*	76,61±0,45 ^a	61,31±0,36 ^c	61,08±0,55 ^c	67,10±0,51 ^b	57,23±0,11 ^d
a*	8,37±0,24 ^b	6,69±0,32 ^a	9,94±0,22 ^a	06,69±0,32 ^c	10,10±0,01 ^a
b*	30,00±0,74 ^a	27,2±0,17 ^c	28,83±0,39 ^b	23,22±0,36 ^d	28,10±0,03 ^{bc}
Aw	0,20±0,003 ^c	0,28±0,002 ^c	0,30±0,004 ^b	0,36±0,005 ^a	0,26±0,003 ^d
Umidade	7,52±0,26 ^c	9,43±0,06 ^b	9,10±0,06 ^b	11,45±0,55 ^a	9,20±0,03 ^b
Cinzas	6,13±0,01 ^a	3,38±0,04 ^d	5,16±0,03 ^b	03,20±0,08 ^e	5,00±0,04 ^c
Proteína	3,85±2,26 ^b	7,37±0,43 ^a	7,06±0,70 ^a	09,06±0,78 ^a	7,61±0,34 ^a
Lipídios	0,40±0,12 ^d	2,28±0,11 ^b	2,27±0,16 ^b	01,70±0,02 ^c	3,18±0,24 ^a
Fibra Bruta	67,30±3,45 ^a	16,00±0,46 ^{dc}	22,71±0,02 ^b	13,40±0,19 ^e	22,13±0,74 ^{cb}
Carboidrato	81,03±0,93 ^a	81,03±0,93 ^a	81,03±0,93 ^a	81,03±0,93 ^a	81,03±0,93 ^a

FAMF: Farinha de albedo de maracujá produzida no laboratório; FMAW: Farinha de maracujá de marca W; FMAY: Farinha de maracujá de marca Y; FMAX: Farinha de maracujá de marca X; FMAZ: Farinha de maracujá de marca Z. Letras iguais na mesma linha, não há diferença significativa pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autores (2020).

Os resultados do teste de cor (L*, a* e b*) (Tabela 4) mostram que houveram diferença significativa entre as amostras, sendo que a farinha de albedo do maracujá apresentou coloração mais clara, podendo ser percebida visualmente. A cor é uma característica sensorial dos alimentos, que muitas vezes leva a escolha de um determinado produto em detrimento de outro pelo consumidor. Desta forma a FAMF pode ser utilizada em formulações alimentícias, pois não causará uma interferência no quesito sensorial relacionado à cor. Em relação aos valores de cromaticidade (a* e b*), mesmo havendo diferença estatística entre as amostras, verifica-se que as farinhas apresentaram variação de cor na região do amarelo (b*) com traços de vermelho (a*), resultados semelhantes foram descritos por Silva (2017), o qual verificou que tanto as farinhas de albedo macerada e não macerada tendia a essa mesma cor.

Em estudo realizado por López-Vargas et al. (2013) quando comparou pó obtidos de coprodutos do maracujá como albedo e de sementes e polpa, verificou diferença significativa na cor dos mesmos, sendo que o pó do albedo apresentava uma maior luminosidade, tendo assim uma cor mais clara (L* 79,91) que do que o pó obtido da semente e polpa (L* 43,89), corroborando com o resultado da FAMF do presente estudo. Isso mostra que a parte da qual a farinha foi produzida pode influenciar na sua cor. Vale ressaltar também que o tempo de armazenamento pode inferir na mudança de cor do produto, tendendo este a ficar mais escuras (< L*), menos amarela (< b*) e aumento de pigmentos avermelhados (> a*) quanto maior for o tempo de armazenamento (Reolon, 2008).

Ao comparar a diferença de cor (ΔE^*) da farinha produzida a partir do albedo do maracujá (FAMF) com as farinhas comerciais (FMAX, FMAW, FMAY e FMAZ) os resultados encontrados foram de $11,83 \pm 0,62$; $15,60 \pm 0,72$; $15,68 \pm 0,97$ e $19,59 \pm 0,38$, respectivamente, assim a diferença de cor é notada percebida pelo observador, mesmo sem experiência, sendo esta diferença maior entre FAMF → FMAZ. Desta forma o uso de FAMF em alimentos irá gerar menor alteração na cor do alimento quando incorporada que as demais.

No entanto ao comparar as farinhas comerciais entre si, obteve-se valores de $7,67 \pm 0,68$; $8,87 \pm 0,59$; $11,53 \pm 0,54$; $1,65 \pm 0,40$; $4,20 \pm 0,36$; $3,93 \pm 0,69$, para FMAX → FMAW, FMAX → FMAY; FMAX → FMAZ; FMAW → FMAY;

FMAW → FMAZ; e FMAY → MFAZ, respectivamente. Estes valores mostram que as farinhas comerciais apresentam cor perceptivelmente diferentes a olho nu, porém esta diferença é menos perceptível entre FMAW → FAMY, assim só um observador experiente perceberá a diferença entre elas.

3.3 Caracterização das Barras de Cereais

Os resultados médios das porcentagens de proteínas, cinzas, umidade, lipídios, fibras, carboidratos e valor calórico estão dispostos na Tabela 5.

As proteínas são nutrientes essenciais para a nutrição humana, por exercerem funções muito importantes no organismo, como auxiliar na construção de tecidos e na formação de enzimas, como as enzimas digestivas e hormônios, como a insulina.

Conforme Tabela 5, nota-se que a medida que vai aumentando a concentração de farinha de albedo de maracujá, vai aumentando também a quantidade de proteína nas barras.

Foi observado que esse percentual proteico entre as barras variando entre 5,65% e 8,62%, foi superior ao encontrado por Costa et al., (2005) e por Silva et al., (2009), que encontraram teores de proteínas respectivamente 4,4% e 4,3 %, e próximos aos encontrados por Dutcosky et al. (2006) e Silveira et al., (2014), onde relataram 5,5%; 8,50 respectivamente.

Portanto, as barras formuladas se apresentaram com teor de proteínas superior as barras comerciais, que de acordo com Freitas e Moretti (2006), os produtos encontrados no mercado apresentam, em média, 4,4% de proteínas, mostrando-se então com alto teor proteico.

A determinação de cinzas fornece uma indicação da riqueza de elementos minerais da amostra, sendo constituída principalmente de grandes quantidades de K, Na, Ca e Mg; pequenas quantidades de Al, Fe, Cu, Mn e Zn (Silva & Queiroz, 2002).

Tabela 5 – Caracterização de Barras de cereais (Média ± DP).

Análises	Tratamentos			
	BC 01	BC 02	BC 03	BC 04
Proteína (%)	5,65±0,72	6,95±0,72	8,35±0,72	8,62±0,72
Cinzas (%)	0,88±0,16	0,99±0,16	1,24±0,16	1,37±0,16
Umidade (%)	9,41±0,50	8,26±0,50	12,77±0,50	13,15±0,50
Lipídios (%)	3,89±0,28	3,53±0,28	3,36±0,28	2,53±0,28
Carboidratos (%)	59,27±0,05	58,30±0,05	51,54±0,05	50,60±0,05
Valor Calórico (Kcal)	294,69±0,05	292,77±0,05	269,80±0,05	259,65±0,05

BC 01 (barra de cereal com 0% de albedo); **BC 02** (barra de cereal com 3% de albedo); **BC 03** (barra de cereal com 7% de albedo); **BC 04** (barra de cereal com 11% de albedo).

Fonte: Autores (2020).

Conforme a Tabela 5 pode-se observar teores de cinzas obtido de 0,88% a 1,37%. Esse resultado indica uma quantidade significativa de presença de minerais. Se mostram próximo aos valores encontrados por Cichaczewski (2012), que ao avaliar o teor de cinzas em barra de cereal rica em fibras a partir do subproduto da extração do suco de maçã obteve valores entre 0,75 e 1,36.

Valores similares foram encontrados por Brito et al. (2004) (1,13%) e por Bueno (2005) (1,18%); já Guimarães (2007) encontrou valores entre 1,1 a 1,3 g/100 g, ao analisar barras de cereais formuladas com frutas secas, buriti e banana passa, em diferentes formulações; e Ambrosio-Ugri e Ramos (2012), ao elaborar barra de cereais com substituição parcial de aveia por farinha da casca de maracujá encontrou teor de cinzas de 0,83%, valor bem próximo do encontrado na formulação BC 01 (0,88%).

Com relação a umidade, um aspecto importante a ser considerado é que permite a manutenção da crocância (Sarantópoulos et al., 2001). Essas condições também inferem no não favorecimento a proliferação microbiana, sendo a umidade o principal fator para o desenvolvimento de fungos, leveduras e bactérias.

Os teores de umidade obtidos para cada formulação de barra de cereal apresentaram diferença significativa. Os valores variaram entre 8,26% a 13,15%, estes valores conferem boa estabilidade físico-química ao produto, com um tempo de conservação longo, desde que armazenado adequadamente.

Segundo a Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 (Brasil, 2005), a umidade de barras de cereais deve ser inferior a 15,0%. Portanto, os resultados obtidos indicam que o produto desenvolvido atendeu aos requisitos de umidade pela legislação.

Os teores de umidade encontrados (8,26% a 13,15%) foram próximos ao encontrado por Brito et al. (2004), Matsuura (2005), Freitas et al. (2006), Bueno et al. (2005). Ambrosio-Ugri e Ramos (2012), correspondentes a 7,63%; 8,0%; 10,7 %; 12%; e 13,09%; superior ao encontrado por Coelho (2006) igual a 6,92% e inferior ao encontrado por Torres (2009) que foi 18,56 % para barra de cereal com pó de jaca e 23,46% para barra de cereal com jenipapo seco. Essa variação provavelmente, é devida aos componentes utilizados na preparação das barras.

De acordo com Ribeiro (2003), alguns microrganismos estão envolvidos no processo de deterioração em cereais e seus produtos, os quais se desenvolvem sempre que encontram condições favoráveis de umidade e temperatura.

Em se tratando de lipídios, são compostos orgânicos altamente energéticos que contêm ácidos graxos essenciais ao organismo e atuam como transportadores das vitaminas lipossolúveis.

Com relação ao conteúdo de lipídios, observou-se que o produto apresentou valores de 2,53% a 3,89%. Segundo Sampaio et al. (2004), no mercado são encontrados produtos com teores que variam de 4,0 % a 12,0 %.

Logo, pode-se constatar que a formulação elaborada apresenta baixo conteúdo lipídico, o que pode ser uma característica relevante, uma vez que os lipídios contribuem grandemente para o aumento do conteúdo calórico de um alimento.

Na literatura podem ser encontrados teores que variam de 0,68% por Brito et. al., (2004); 5,64% por Freitas e Moretti, (2006) para barras de cereais sem adição de cobertura de chocolate. Baú et al. (2002) ao elaborar e avaliar barra alimentícia com elevado valor proteico, obteve teor de lipídios de apenas 2,23%, valor relativamente baixo, e próximo ao encontrado na formulação BC 04, contendo 11% de farinha de albedo de maracujá (2,52%).

A respeito das fibras, as fibras alimentares ajudam na manutenção da flora intestinal, produção de substâncias que estimulam o sistema imunitário, estimula a motilidade intestinal (trânsito intestinal) e ajuda o intestino a absorver as substâncias necessárias, eliminando o excesso de glicose e colesterol (principalmente o LDL – mau colesterol) e triglicerídeos no sangue.

Além disso, tem sido também, relacionada à redução dos níveis de glicose no sangue, sendo indicada como auxiliar no tratamento do diabetes.

Segundo Matsuura (2005), dentre as fibras solúveis do albedo do maracujá, destaca-se a pectina. Esta substância apresenta-se em grande quantidade na casca do maracujá e pesquisas recentes vêm demonstrando que ela é capaz de reduzir o

LDL (colesterol ruim) e aumentar o HDL (bom colesterol). Dessa forma, a barra de cereal adicionada da farinha de albedo de maracujá poderá apresentar múltiplas funcionalidades ao organismo humano.

Os valores obtidos nas formulações BC 01, BC 02, BC 03 e BC 04 foram de 20,90%; 21,97%; 22,74 e 23,73% respectivamente o que é considerado um resultado excelente.

De acordo com a Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998, as barras de cereais são classificadas como “fonte de fibra” por conterem quantidade superior ao teor mínimo de 3% de fibra.

O teor de fibra bruta observada aumenta com o aumento da concentração da farinha de albedo de maracujá em cada formulação. Os resultados foram superiores aos encontrados nos trabalhos de Brito et al. (2004) que apresentou o valor 3,44% e Carvalho (2008) em que os teores de fibras das barras de cereais do seu estudo variaram entre 2,8 a 3 %; também se mostraram superiores a 7,96% encontrados por Becker e Kruger (2010).

Essa grande quantidade de fibras presente nas barras formuladas, principalmente as pectinas, não possuem efeito laxativo, sendo na maior parte degradada pela flora bacteriana no cólon, tendo como resultado o efeito probiótico.

Os alimentos ricos em carboidratos, como os pães, barras de cereais, arroz e massas, são uma importante forma de energia para o organismo e, por isso, são muito importantes para uma alimentação saudável.

Os valores obtidos para o teor de carboidratos nas formulações BC 01, BC 02, BC 03 e BC 04 foram de 59,27%; 58,30%; 51,54% e 50,60% respectivamente.

Esses valores foram inferiores a Freitas et al., (2006) que encontrou uma quantidade de 60,97% de carboidratos. Já Marques (2013) obteve valor de 54,58%, estando este próximo aos encontrados nas barras formuladas.

Entretanto, os carboidratos além de serem de grande importância para alimentação, no entanto, quando consumidos em excesso, aumentam a quantidade de gordura corporal, causando problemas a saúde.

Os teores baixos encontrados nas barras formuladas, quando comparadas com demais, podem ser consideradas ideais para diabéticos e também pessoas que realizam regime de emagrecimento.

Com relação ao valor energético, conforme a Tabela 5 pode-se observar teores de valor calórico obtido de 294,69 Kcal/100g; 292,77 Kcal/100g; 269,80 Kcal/100g e 259,65 Kcal/100g, para as amostras BC 01, BC 02, BC 03 e BC 04 respectivamente, indicando baixo valor calórico.

Comparando os dados encontrados com a literatura, o valor calórico das barras de cereais elaboradas por Brito et al. (2004) do tipo caseira (354,6 Kcal/100g); Costa et al. (2005) a base de resíduo da fabricação de farinha de mandioca (387,9 Kcal/100g) e Silva et al., (2009) adicionada de resíduo industrial de maracujá (344,2 Kcal/100g), possuem teores energéticos superiores ao encontrado nas barras de cereais formuladas.

O baixo teor energético encontrado nas barras formuladas se justifica pelo menor conteúdo de carboidratos (59,27% a 50,60%) e lipídios (2,53% a 3,89%) comparado aos valores encontrados por outros autores (Gutkoski et al., 2007; Freitas & Moretti, (2006), Sampaio et al. (2004), o que representa um bom resultado podendo os consumidores consumirem mais barras.

Foi observado também, que houve uma redução no teor calórico à medida que foram aumentadas as concentrações do albedo de maracujá.

Levando em consideração que uma barra de cereal tem em média 25 g, os valores obtidos ficaram entre 73,67 kcal e 64,91 kcal, representando assim menos de 5% do valor recomendado diariamente, podendo as mesmas serem consumidas tranquilamente.

Ressalta-se que para uma mulher a média para o valor calórico é de 2000 kcal por dia e para um homem é de 2500 kcal por dia. Estes valores são usados como referência para calcular os valores diários de referência para os nutrientes (Brasil, 2001a.).

Portanto, a substituição parcial da aveia em flocos pela farinha de albedo é possível nutricionalmente pois esta substituição não elevou o valor calórico das barras de cereais.

3.4 Análise Microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas nas amostras BC 01 e BC 02 por terem sido as mais aceitas na análise sensorial (Tabela 6).

Tabela 6 – Resultados das análises microbiológicas das barras de cereais.

Análise	BC 01	BC 02	Referência*
Coliformes Termotolerantes a 45°C	-	-	5x10
Coliformes Totais a 35°C	3,0NMP**/mL	3,0NMP**/mL	- ***

*Resolução – RDC n.º.12, de 02 de janeiro de 2001 da ANVISA Grupo de alimentos 10 – Farinhas, Massas alimentícias, produtos de panificação (industrializados e embalados) e similares (cereais compactados, em barra ou outras formas com ou sem adição). **NMP: Número Mais Provável ***Não estabelecido pela resolução.
Fonte: Autores (2020).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 6 e com base na Resolução da ANVISA RDC n.º.12, de 02 de janeiro de 2001, as formulações BC 01 e BC 02 seguiram as boas práticas higiênicas de manipulação de alimentos.

A Resolução estabelece para barras de cereais, entre outros, padrões microbiológicos para Coliformes Termotolerantes, onde o máximo permitido é de 5 NMP/g (Brasil, 2001b).

Os dois tratamentos estão de acordo com a legislação vigente já que não apresentaram valores para Coliformes Termotolerantes. A legislação vigente não exige a análise de coliformes totais, entretanto esta indica as condições higiênico-sanitárias dos alimentos. Nesse experimento os valores se mantiveram em 3 NMP/mL.

3.5 Análise Sensorial

Os resultados da avaliação sensorial das formulações de barra de cereais estão apresentados na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Valores hedônicos médios para cor, aroma, textura, sabor e impressão global das formulações de barras de cereais.

Tratamento	Cor	Aroma	Textura	Sabor	Impressão Global
BC 01	7,27 ^a ±0,16	7,22 ^a ±0,16	6,55 ^a ±0,20	7,62 ^a ±0,22	7,23 ^a ±0,20
BC 02	7,42 ^a ±0,16	7,20 ^a ±0,16	6,72 ^a ±0,20	6,92 ^a ±0,22	7,03 ^{ab} ±0,20
BC 03	7,30 ^a ±0,16	6,93 ^{ab} ±0,16	6,58 ^a ±0,20	5,77 ^b ±0,22	6,38 ^b ±0,20
BC 04	7,12 ^a ±0,16	6,55 ^b ±0,16	6,38 ^a ±0,20	4,78 ^c ±0,22	5,60 ^c ±0,20

BC 01 (barra de cereal com 0% de albedo); **BC 02** (barra de cereal com 3% de albedo); **BC 03** (barra de cereal com 7% de albedo); **BC 04** (barra de cereal com 11% de albedo). *Letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey (p≤0,05).
Fonte: Autores (2020).

Conforme a Tabela 7, em relação aos atributos cor, observou-se que a substituição à aveia não foi percebida pelos provadores, ou seja, não houve diferença significativa entre as amostras.

Ainda observando a Tabela 7, em relação aos atributos aroma, textura, sabor e impressão global observa-se que houve diferença significativa entre as amostras. Isso mostra que a substituição parcial de farinha da casca de maracujá pela aveia nas barras de cereais, causa uma diferença no aroma e sabor do produto, sendo perceptível aos provadores.

Essa diferença pode ser em função do aumento da adstringência das barras com o aumento percentual de farinha de maracujá na formulação. Esse aumento, foi observado também por Silva et al., (2009), que indica a presença de taninos como principal causador de tal adstringência.

Em virtude disso, observa-se que o atributo “sabor” da formulação BC 04 foi o atributo que apresentou as menores médias, indicando que a adição da maior quantidade de farinha de maracujá, ou seja, 11% de albedo de maracujá amarelo o alterou, consequentemente, afetando a aceitação global dessa formulação por parte dos provadores.

Essa diferença pode ser em função do aumento da adstringência das barras com o aumento percentual de farinha de maracujá na formulação. Esse aumento, foi observado também por Silva, Oliveira, Lopes & Pena (2009), que indica a presença de taninos como principal causador de tal adstringência.

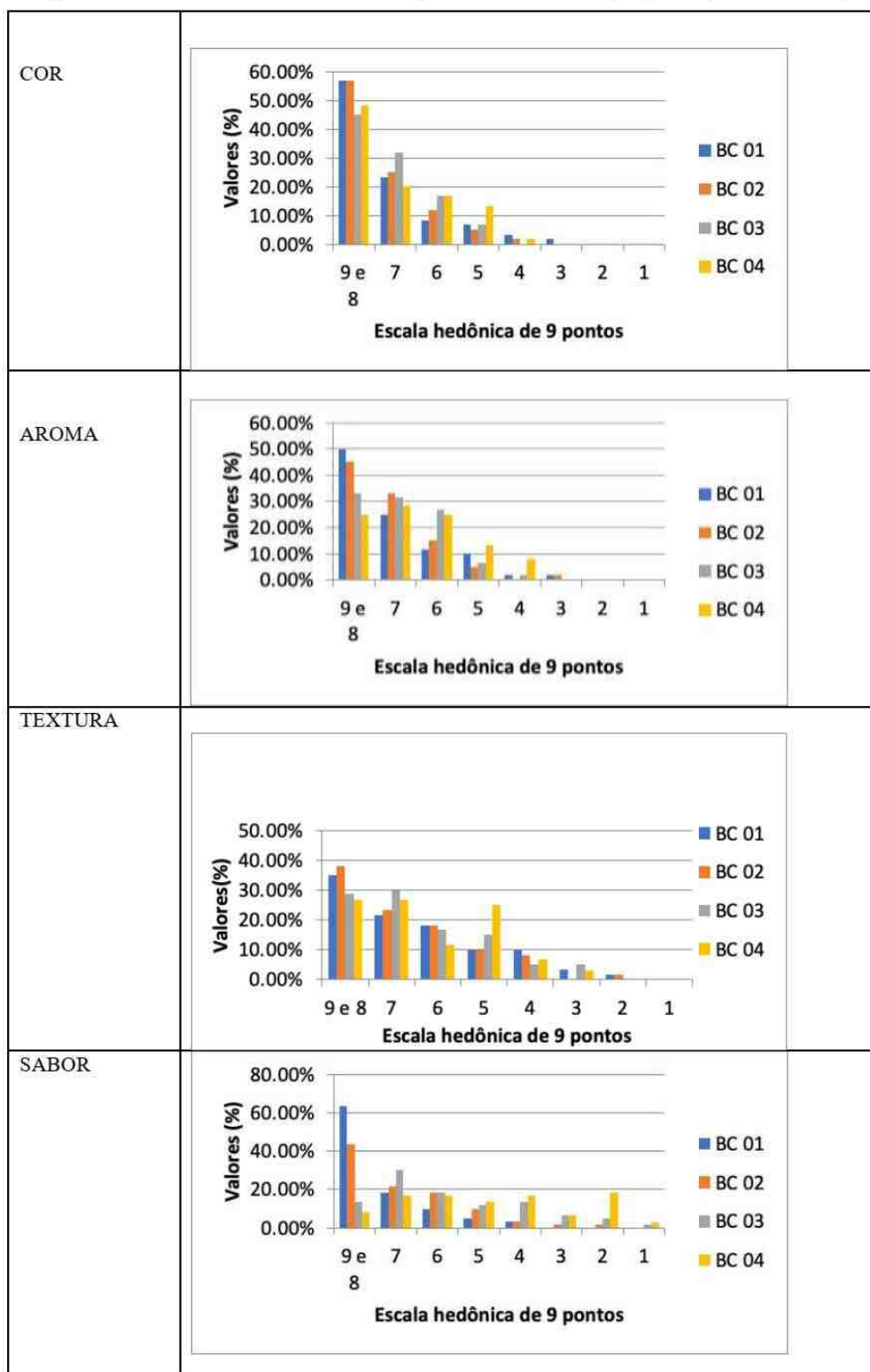
Em virtude disso, observa-se que o atributo “sabor” da formulação BC 04 foi o atributo que apresentou as menores médias, indicando que a adição da maior quantidade de farinha de maracujá, ou seja, 11% de albedo de maracujá amarelo o alterou, consequentemente, afetando a aceitação global dessa formulação por parte dos provadores.

Com relação aos resultados da escala hedônica que varia dos extremos 1 (desgostei extremamente) ao extremo 9 (gostei extremamente), pode ser verificado na Figura 6 em se tratando do atributo cor que, (56,7%) dos provadores indicaram terem “gostado extremamente” e “gostado muito” da cor da formulação BC 01; (57%) da formulação BC 02; (45%) formulação BC 03 e (48,4%) formulação BC 04. Vale ressaltar que nenhum provador “desgostou muito” ou “desgostou extremamente” do atributo cor, e apenas 6,6% “desgostaram ligeiramente”, e 1,7% “desgostaram moderadamente”.

Para o atributo aroma observa-se que à medida que a concentração de farinha de albedo vai sendo aumentada, os provadores vão percebendo significativamente.

Foi observado que 50 % dos provadores afirmam “gostarem extremamente” e “gostado muito” da amostra BC 01, valor próximo ao obtido na amostra BC 02 com 45,3 %; já para as amostras BC 03 e BC 04, os encontrados foram de 33,3% e 25% respectivamente.

Figura 6 – Resultado da escala hedônica dos parâmetros sensoriais (cor, aroma, textura e sabor).



Fonte: Autores (2020).

O atributo textura foi o que recebeu menores números de aprovação dos provadores como “gostei extremamente” e “gostei muito”, tendo obtido valores de 35%; 38,3%; 28,7% e 26,7% para as formulações BC 01, BC 02, BC 03 e BC 04 respectivamente.

O atributo textura foi o que recebeu menores números de aprovação dos provadores como “gostei extremamente” e “gostei muito”, tendo obtido valores de 35%; 38,3%; 28,7% e 26,7% para as formulações BC 01, BC 02, BC 03 e BC 04 respectivamente.

A composição das barras pode ter levado a textura da barra não ter sido tão bem aceita, uma vez que as formulações foram constituídas de 58% de ingredientes úmidos, e 42% de ingredientes sólidos, tendo esse fator interferido na textura final da barra.

Em relação ao atributo sabor 63,3%, dos provadores afirmaram terem “gostado extremamente” e “gostado muito” da formulação BC 01, em contrapartida 43,4% afirmaram gostar extremamente e gostado muito da amostra BC 02. Já para as amostras BC 03 e BC 04, 13,4% e 8,4% dos provadores afirmaram terem “gostado extremamente” e “gostado muito”, valores muito abaixo dos obtidos nas formulações BC 01 e BC 02.

A grande maioria dos provadores comentou que sentiu sabor amargo nas amostras BC 03 e BC 04, principalmente na BC 04 (11% de albedo de maracujá) onde o sabor é mais evidenciado, concluindo que à medida que vai aumentando a concentração de albedo de maracujá, consequentemente, afeta a aceitação global por parte dos provadores.

Portanto, foi possível constatar como impressão global, que a maioria dos provadores tiveram uma boa aceitação das formulações desenvolvidas nos parâmetros analisados (cor, aroma, textura e sabor), em que gostaram extremamente e gostaram muito.

Foi avaliada também a intenção de compra dos provadores e foi observado que (Figura 7) 15%, 40% dos avaliadores afirmaram que “certamente comprariam” e “provavelmente comprariam” respectivamente o produto obtido a partir das formulações, 40% dos provadores afirmaram que “talvez comprariam”, e apenas 3,3% e 1,7% afirmaram que “provavelmente não comprariam”, e “certamente não comprariam” respectivamente.

Figura 7 - Intenção de compra dos provadores para as barras de cereais.



Fonte: Autores (2020).

Porém, vale ressaltar que o atributo “sabor” da formulação BC 04 (11% de albedo de maracujá) foi o atributo que apresentou menor aceitação, por apresentar um sabor característico amargo. Entretanto, essa formulação apresentou maiores resultados de proteínas e fibras, e menores resultados de lipídios, carboidratos e valor calórico, se apresentado em termos nutricionais melhor do que as demais formulações e as barras produzidas comercialmente.

4. Considerações Finais

A farinha de albedo de maracujá apresentou composição físico química satisfatória, destacando o alto teor de carboidratos complexos (fibra bruta) que pode apresentar potenciais benefícios a saúde sendo, portanto importante difundir o uso da farinha de albedo de maracujá além do uso da farinha integral da casca de maracujá para o desenvolvimento de produtos ricos em fibras ou até mesmo para a ingestão direta desse ingrediente rico em fibras, como alternativa ao aproveitamento dos resíduos da agroindústria.

Destaca-se também que o mercado local as farinhas de casca de maracujá tanto comerciais a granel e embaladas atendem os padrões exigidos pela legislação, porém apresenta alto teor de carboidratos simples em relação a farinha produzida no presente estudo. Desta forma conclui-se que as farinhas não tradicionais, como a de maracujá, seja do albedo ou da casca, podem ser utilizadas como ingrediente alternativo no desenvolvimento e enriquecimento de alimentos, favorecendo assim a redução dos resíduos da agroindústria e trazendo potenciais benefícios para saúde.

As análises realizadas nas barras de cereais forneceram resultados consistentes e mostraram que esta técnica é eficiente e interessante aumentando o valor agregado de tal subproduto. Neste trabalho observou-se que a substituição parcial da matéria-prima “aveia em flocos” (muito utilizada em processamento de barras de cereais), pela matéria-prima farinha de albedo de maracujá, mostrou-se um processo tecnológico viável para o reaproveitamento dos subprodutos do processamento de maracujás pelas indústrias de polpa. Pois as barras de cereais produzidas tiveram uma boa aceitação sensorial, onde a maioria dos provadores afirmaram que “gostaram extremamente” e “gostaram muito”, afirmando que “certamente comprariam” e “provavelmente comprariam” o produto.

As barras de cereais elaboradas apresentaram valores mais elevados de proteínas e fibras quando comparada com as barras comerciais, trazendo benefícios à saúde. E apresentaram valores menores de lipídios e carboidratos, diminuindo assim o conteúdo calórico do alimento. Com relação às análises de cinzas e umidade foram constatados que as mesmas atendem aos padrões de aceitabilidade.

O presente estudo possibilitou conhecer as características das farinhas do maracujá e como esta pode ser empregada na elaboração ou enriquecimentos de alimentos, sendo necessário a realização de novos estudos a fim de verificar a aplicação em outros produtos, além de realização de pesquisas clínicas com seres humanos que busquem avaliar os impactos desses produtos à saúde, tendo em vista suas propriedades funcionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – *Campus Sobral* e *Campus Limoeiro do Norte*, à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP- BP4-0172-00154.01.00 / 20) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

Referências

- Ambrosio-Ugri, M. C. B. & Ramos, A. C. H. (2012). Elaboração de barra de cereais com substituição parcial de aveia por farinha da casca de maracujá. *Revista Tecnológica*, 1(21), 69-76.
- Association of Official Analytical Chemists – AOAC (2000). *Official methods of analysis of AOAC International* (17 th ed.). Gaithersburg.
- Baù, T. R., Cunha, M. A. A. d., Cella, S. M., Oliveira, A. L. J. d., & Andrade, J. T. d. (2010). Barra alimentícia com elevado valor proteico: formulação, caracterização e avaliação sensorial. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 4(1), 42 - 51. <https://doi.org/10.3895/S1981-36862010000100005>
- Becker, T. d. S., & Krüger, R. L. (2010, September). Elaboração de barras de cereais com ingredientes alternativos e regionais do Oeste do Paraná. *Arquivos de Ciências da Saúde*, 14(3), 217-224.
- Bodart, M., Peñaranda, R. d., Deneyer, A., & Flamant, G. (2008, October 3). Photometry and colorimetry characterisation of materials in daylighting evaluation tools. *Building and Environment*, 43, 2046-2058.

Research, Society and Development, v. 10, n. 9, e60010918415, 2021
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18415>

- Brasil. (2001a). *Resolução – RDC nº 40, de 21 de março de 2001. Regulamento técnico para rotulagem nutricional de alimentos e bebidas embaladas*. Diário Oficial da União. Brasília, DF. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA.
- Brasil. (2001b). *Resolução – RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos*. Diário Oficial da União. Brasília, DF. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA.
- Brasil. (2005). *Resolução RDC nº 263 de 22 de setembro de 2005*. Diário Oficial da União, Brasília, DF. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_263_2005.pdf/d6f557da-7c1a-4bc1-bb84-fdd9cb846c3>
- Brito, I. P. de et al. (2004). Elaboração e avaliação global de barra de cereais caseira. *Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos*, 22(1), 35-50.
- Bueno R. O. G. (2005). *Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba].
- Carvalho, M. G. de. (2008). *Barras de cereais com amêndoas de chicha, sapucaia e castanha-do-gurgueia, complementadas com casca de abacaxi*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará].
- Catarino, R. P. F. (2016). *Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos*. [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina – PR].
- Cazarin, C. B. B.; Silva, J. L. da; Colomeu, T. C.; Zollner, R. de L. & Maróstica Júnior (2014). Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). *Ciência Rural*, 44 (9), 1699-1704. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478r20131437>
- Cichaczewski, A. (2012). *Desenvolvimento de uma barra de cereal rica em fibras a partir do subproduto da extração do suco de maçã*. 2012. [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco]. http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/15439/2/PB_COQUI_2012_1_01.pdf.
- Coelho, E. M.; Gomes, R. G.; Machado, B. A. S.; Oliveira, R. S.; Lima, M. dos S.; Azêvedo, L. C. & Guez, M. A. U. (2017). Passion fruit peel flour e Technological properties and application in food products. *Food Hydrocolloids* 62, 158 – 164. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.07.027>
- Coelho, K. D. (2006). *Desenvolvimento e avaliação da aceitação de cereais matinais e barras de cereais à base de amaranto (Amaranthus cruentus L.)*. [Dissertação de Mestrado, Nutrição Humana Aplicada, Universidade de São Paulo, São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/D.89.2006.tde-25102006-105736>.
- Corrêa, R. C. G.; Peralta, R. M.; Haminiuk, C. W. I.; Maciel, G. M.; Bracht, A. & Ferreira, I. C. F. R. (2016). The past decade findings related with nutritional composition, bioactive molecules and biotechnological applications of *Passiflora spp.* (passion fruit). *Trends in Food Science & Technology*, 58, 79-95. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2016.10.006>
- Costa, E. L. d., Aguiar, E. V. d., Dominguez, M. L., Camargo, R., & Stricker, T. (2015, December). Produção e aceitação de massa fresca tipo talharim enriquecida com farinha de maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa*) e verificação do seu efeito na glicemia. *Nutrire*, 40(3), 352-360. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4322/2316-7874.71315>
- Costa, L. A. d., Bramorski, A., Teixeira, E., & Amboni, R. D. d. M. C. (2005). Desenvolvimento de alimentos em barra à base de resíduos da fabricação de farinha de mandioca. *Alimentos e Nutrição*, 16(4), 389-396.
- Damasceno, C. S. B., Silva, D. N., Damasceno, E. R., Oliveira, L. F. d., Porto, K. R. d. A., & Candil, R. F. M. (2018, September). Effect of Passion fruit peel flour (*Passiflora edulis*) in bread acceptability. *Visão Acadêmica*, 19(3), 46-60.
- Dutcosky, S. D., Grossmann, M. V. E., Silva, R. S. S., & Welsch, A. K. (2006). Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. *Food Chemistry*, 98(4), 630-638. <https://doi.org/doi:10.1016/j.foodchem.2005.06.029>
- Faveri, A.; Faveri, R. de; Broering, M. F.; Bousfield, I. T.; Goss, M. J.; Muller, S. P.; Pereira, R. O.; Silva, A. M. de O. e; Machado, I. D.; Quintão, N. L. M. & Santin, J. R. (2020). Effects of passion fruit peel flour (*Passiflora edulis f. flavicarpa* O. Deg.) in cafeteria diet-induced metabolic disorders. *Journal of Ethnopharmacology*, 250.
- Ferreira, M. S. L.; Santos, M. C. P.; Moro, T. M. A.; Basto, G. J.; Andrade, R. M. S. & Gonçalves, E. C. B. A. (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. *Journal of Food Science and Technology*, 52(2), 822-830. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1061-4>
- Francis, F. J.; Clydesdale, F. M. (1975). *Food colorimetry: theory and applications*, The Avi, Westport, Connecticut, USA.
- Freitas, D. G. C. & Moretti, R. H. (2006). Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor protéico e vitamínico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26(2), 318-324. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000200014>
- Garcia, M. V.; Milani, M. S. & Ries, E. F. (2019). Production optimization of passion fruit peel flour and its incorporation into dietary food. *Food Science and Technology International*, 26(2), 132-139. <https://doi.org/10.1177/1082013219870011>
- Guimarães, M. M. (2007). *Utilização de frutos de murici-passa no processamento e qualidade nutricional de barras de cereais*. [Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO].
- Gutkoski, L. C., Bonamigo, J. M. d. A., Teixeira, D. M. d. F., & Pedó, I. (2007, June). Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Ciências e Tecnologia de Alimentos*, 27(2), 355-363.
- Lafía, A. T., Gonçalves, L. S. C., & Sousa, S. d. (2018, May 25). Obtenção da farinha do albedo de maracujá amarelo (*Passiflora edulis sims*), sua característica físico-química e sua microbiologia. *I Conferência Nacional de Profissionais Licenciados em Ciências Agrárias/ Agrícolas / II Simpósio de Licenciatura em Ciências Agrárias, Bananeiras - PB*. <https://even3.blob.core.windows.net/anais/89367.pdf>

Research, Society and Development, v. 10, n. 9, e60010918415, 2021
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18415>

- Lima, G. C. (2015). Farinha da casca de maracujá (*Passiflora edulis*): efeitos no tratamento e na prevenção da obesidade. [Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas – SP]. <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/321394>
- López-Vargas, J. H., Fernández-López, J., Pérez-Álvarez, J. A. & Viuda-Martos, M. (2013). Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. *Food Research International*, 51, 756–763. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.01.055>
- Maia, S. M. P. C.; Pontes, D. F.; Garruti, D. dos S.; Oliveira, M. N. de; Arcanjo, R. S. S. & Chinelate, G. C. B. (2018). Farinha de maracujá na elaboração de bolo de milho. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 13(3), p. 328-336. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v13i3.5678>
- Marcelino, G.; Coleta, I. T.; Candido, C. J. & Santos, E. F. dos. (2018). Caracterização e análise sensorial de cupcakes elaborados com diferentes concentrações de farinha de casca e polpa de baru (*Dipteryx alata* Vog.). *Múltiplos*, 23(54), 265-281. <http://dx.doi.org/10.20435/mul0.v23i54.1753>
- Marques, T. R. (2013). *Aproveitamento tecnológico de resíduos de acerola: farinhas e barras de cereais*. [Dissertação de Mestrado em Agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG]. http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/669/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Aproveitamento%20tecnol%C3%B3gico%20de%20res%C3%ADduos%20de%20acerola%20%20farinhas%20e%20barras%20de%20cereais.pdf
- Matsuura, F. C. A. U. (2005). *Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barras de cereais*. [Tese Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP]. <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/254407>
- Mokrzycki, W.S.; Tatol, M. (2011). Colour difference de - a survey. *Machine graphics & Vision International Journal*. 20(4), 383-411.
- Moraes, A. M. d., & Fonseca, J. J. S. d. (2017). *Metodologia da Pesquisa Científica (1st ed.)*. Faculdade INTA.
- Morais, E. C. de; Patias, S. G. O.; Costa, E. S.; Sandri, D. de O.; Picanço, N. F. M. & Faria, R. A. P. G. de. (2018). *Brazilian Journal of Food Research*, 9(2), 1-14.
- Nascimento, E. M. da G. C. do.; Ascheri, J. L. R.; Carvalho, C. W. P. de. & Galdeano, M. C. (2013). Benefícios e perigos do aproveitamento da casca de maracujá (*Passiflora edulis*) como ingrediente na produção de alimentos. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 72(1), 1-9.
- Oliveira, E. M. S. (2009). *Caracterização de rendimento das sementes e do albedo do maracujá para aproveitamento industrial e obtenção da farinha da casca e pectina*. [Dissertação de Mestrado em Produção Vegetal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes – RJ: UENF].
- Padilha, T. & BASSO, C. (2015). Biscoitos com resíduo de manga, maracujá e jabuticaba. *Disciplinarum Scientia, Série: Ciências da Saúde*, 16(1), 79 – 88.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica (1st ed.)*. UAB/NTE/UFSM. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1
- Reis, L. C. R. (2018). *Composição físico-química e de compostos bioativos de diferentes espécies de maracujá, estabilidade do suco e aproveitamento da farinha da casca de maracujá laranja*. [Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Porto Alegre – RS].
- Reolon, C. A. (2008). *Fatores de influência nas características físico-químicas e minerais da casca do maracujá e seu aproveitamento na elaboração de doce*. [Dissertação Mestrado em Agronomia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon].
- Ribeiro, S. A. L.; Cavalcanti, M. A. Q.; Fernandes, A. J. S. & Lima, D. M. M. (2003). Fungos filamentosos isolados de produtos derivados do milho comercializados em Recife, Pernambuco. *Revista Brasileira de Botânica*, 26(2), 223-229. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042003000200010>
- Sampaio, C. R. P. et al. (2004). Verificação da informação nutricional em rotulagem quanto à designação "light" de cereais em barra: uma pesquisa de mercado. In: *Congresso Brasileiro de Nutrição (CONBRAN) – Nutrição e Qualidade de Vida: enfrentando desafios*. Campo Grande.
- Sarantópoulos, C.I. G. L, De Oliveira, L. M.; Canavesi, É. (2001). *Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis*. Campinas. CETEA / ITAL.
- Silva, D.; Pagani, A. & Souza, R. (2018). Elaboração de cupcake adicionado de farinha de resíduo de umbu cajá: características sensoriais e químicas. *Revista Ciência (In) Cena*. On-line, 1(7), 28-46.
- Silva, E. C. O. d. (2017). *Influência do flavedo e da maceração nas características físico-químicas da farinha da casca de maracujá*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba – PB]. <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/613/1/ELAINE%20CRISTINA%20OLIVEIRA%20DA%20SILVA%20e%20%80%93%20DISSERTA%C3%87%C3%83O%20DE%20PPGEG%29%202017.pdf>
- Silva, E. C. O. da.; Silva, A. W. P. da.; Silva, A. E. T. da.; Lopes, J. D. & Gusmão, O. R. P. de. (2016). Obtenção e caracterização da farinha do albedo de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) para uso alimentício. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 11(3), 69-74.
- Silva, I. Q.; Oliveira, B. C. F. de; Lopes, A. S. & Pena, R. da S. (2009). Obtenção de barra de cereais adicionada do resíduo industrial de maracujá. *Alimentos e Nutrição*, 20(2). 321-329.
- Silva, D. J. & Queiroz, A.C. (2002). *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa, UFV.
- Silveira, P. T. S. et al. (2014). Barra de cereal com farinha da casca da berinjela (*solanum melongena*, L.): análise microbiológica, caracterização química e aceitação sensorial. 26, *III CBPFH. Cruz das Almas – BA*.
- Spinosa, E. de A. (2017). Caracterização de farinha da casca de maracujá amarelo e maracujá-do-cerrado. *Revista Científica Semana Acadêmica*, MMXVII (000100). <https://semanaacademica.com.br/artigo/caracterizacao-de-farinha-da-casca-de-maracuja-amarelo-e-maracuja-do-cerrado>

Research, Society and Development, v. 10, n. 9, e60010918415, 2021
(CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18415>

Torres, E. R. (2009). *Desenvolvimento de barras de cereais formuladas com ingredientes regionais*. [Dissertação de Mestrado em Engenharia de Processos, Universidade Tiradentes, Aracaju – SE]. <https://mestrados.unit.br/pep/wp-content/uploads/sites/4/2016/04/DESENVOLVIMENTO-DE-BARRA-DE-CEREAIS-FORMULADAS-COM-INGREDIENTES-REGIONAIS.pdf>