

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – IF GOIANO - CAMPUS RIO VERDE PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**DESENVOLVIMENTO DE MISTURA PARA BOLO COM
ADIÇÃO DE FARINHA DA CASCA DO ABACAXI (*Ananas
comuns L. Merrill*) E FARINHA DE BANANA VERDE (*Musa
spp*)**

Autor: Janice da Costa Miri
Orientador: Prof. Dr.^a Mayra Conceição Peixoto Martins Lima
Coorientador: Prof. Dr.^a Mariana Buranelo Egea

RIO VERDE - GO
Junho – 2020

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – IF GOIANO - CAMPUS RIO VERDE PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**DESENVOLVIMENTO DE MISTURA PARA BOLO COM
ADIÇÃO DE FARINHA DA CASCA DO ABACAXI (*Ananas
comuns L. Merrill*) E FARINHA DE BANANA VERDE (*Musa
spp*)**

Autor: Janice da Costa Miri
Orientador: Prof. Dr.^a Mayra Conceição Peixoto Martins Lima
Coorientador: Prof. Dr.^a Mariana Buranelo Egea

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde.

Rio Verde - GO

Junho - 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

MM675d Miri, Janice da Costa
Desenvolvimento de mistura para bolo com adição de
farinha da casca do abacaxi (Ananas comuns L.Merril)
e farinha de banana verde (Musa spp) / Janice da
Costa Miri;orientadora Mayra Conceição Peixoto
Martins Lima; co-orientadora Mariana Buranelo Egea. -
- Rio Verde, 2020.
151 p.

Dissertação (em Programa de Pós-Graduação em
Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio
Verde) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio
Verde, 2020.

1. Farinha de abacaxi. 2. Farinha de banana
verde. 3. Mistura para bolo. 4. Produtos para fins
especiais. 5. Diabetes. I. Conceição Peixoto Martins
Lima, Mayra, orient. II. Buranelo Egea, Mariana, co-

Responsável: Jonathan Pereira Alves Diniz - Bibliotecário-Documetalista CRB-1 nº2376



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**DESENVOLVIMENTO DE MISTURA PARA BOLO COM ADIÇÃO DE
FARINHA DA CASCA DO ABACAXI (*ANANAS COMUNSL. MERRIL*) E
FARINHA DE BANANA VERDE (*MUSA SPP*).**

Autora: Janice da Costa Miri

Orientadora: Mayra Conceição Peixoto Martins Lima

TITULAÇÃO: Mestre em Tecnologia de Alimentos – Área de Concentração em Tecnologia
e Processamento de Alimentos.

APROVADA em 30 de junho de 2020.

Dra. Patrícia Amaral Souza
Tette
Avaliadora externa
FANUT/UFG

Dra. Priscila Alonso dos Santos
Avaliador interno
IF Goiano/Rio Verde

Dra. Mayra Conceição Peixoto Martins Lima
Presidente da banca
IF Goiano/Rio Verde

Documento assinado eletronicamente por:

- Priscila Alonso dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 02/07/2020 10:37:24.
- Patricia Amaral Souza Tette, PATRÍCIA AMARAL SOUZA TETTE - 2344 - PROFESSORES DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE DO ENSINO SUPERIOR - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (01567601000143), em 01/07/2020 18:30:51.
- Mayra Concelcao Peixoto Martins Lima, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 01/07/2020 13:47:07.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 22/06/2020. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 155425

Código de Autenticação: 78d1c7a1aa



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, None, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3620-5600

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado a oportunidade de ser quem sou. Obrigado meu Deus pelas bênçãos sem fim em minha vida, por me abençoar e me guiar muito mais do que eu mereço.

À minha família, a maior bênção da minha vida, meu maior patrimônio. Obrigado pai e mãe por incentivar a busca de conhecimento, por apoiar os estudos e por ajudar a cuidar dos meus filhos quando estive ausente do meu lar.

Ao meu amado esposo Ederson, por sempre estar ao meu lado, obrigado por tudo, pelo apoio, pelo incentivo, pela confiança e compreensão foram muitas minhas ausências em nosso lar.

Aos meus filhos, Isabela e João Vitor, pelo carinho e amor que me proporcionam.

À minha irmã Joice, cunhado Fernando e sobrinha Mariana, que sempre auxiliam com carinho quando preciso. Muito abrigada!

À minha amiga de profissão Rênica Morais, que me inspirou e incentivou a realizar este mestrado.

Aos amigos, Fabrício e Mônica, Flávio e Vilma, que contribuíram cada um de uma forma, para que eu pudesse realizar este mestrado.

Aos meus queridos compadres Weliton e Dóris; Alessandro e Micheli, que sempre se dispuseram a ajudar quando precisei, indo em reuniões da escola e eventos, ficando com a Isabela e o João Vitor sempre que estive ausente. Muito Obrigada!

À minha orientadora Professora Dr.^a Mayra Conceição Peixoto Martins Lima, pela confiança dada, pelas instruções e momentos de aprendizados que levarei para a vida toda e por ter proporcionado a oportunidade de desenvolver esta pesquisa.

À minha Coorientadora Professora Dr.^a Mariana Buranelo Egea, pela dedicação em ensinar, por ter me acolhido no Labbio e incentivado a pesquisar e realizar este trabalho. Gratidão imensa!

Ao professor Dr. Marco Antônio Pereira da Silva, que me fez chorar no primeiro dia no IF.Goiano, porém, me alertou que teriam muitos momentos difíceis e que necessitavam de dedicação e abdicção da vida pessoal. Obrigado professor Marco, por ter me dado o suporte necessário, pelas inúmeras vezes que me consolou me ouviu e mostrou o que deveria ser feito em momentos de choro, angústia e desespero. Muito Obrigado!

Á minha amiga Doutoranda Tainara Leal de Sousa, obrigada, por me auxiliar e ensinar durante todo o tempo que estive no mestrado, sem você eu não teria conseguido chegar ao final. Muito Obrigada!

A minha amiga Katyuscya Rodrigues Lima, que me auxiliou, tolerou os momentos difíceis e me acompanhou durante todo o mestrado. Obrigada!

A minha amiga Daiane Sousa Peres, que sempre me acompanhou no mestrado se preocupou em me ajudar com dedicação e alegria. Muito Obrigada!

Aos monitores dos laboratórios do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, que com muita paciência me auxiliaram e dedicaram seu tempo nas análises realizadas nesta pesquisa dentre eles: Jeisa, Adriele, Nathália, Dajane, Thaisa, Manoel, Gleidson e outros. Muito Obrigado! Sem vocês eu não teria concluído está pesquisa.

A todos meus amigos e colegas que conheci no mestrado, por sempre me auxiliarem, pela companhia, apoio e incentivo, sem vocês esta pesquisa não aconteceria.

Á minha amiga Simone Ramalho, colega de viagem e longas conversas, foram muitos dias na estrada de Jataí a Rio Verde, obrigada pela companhia!

Ao Instituto Federal Goiano, por proporcionar e viabilizar a realização deste trabalho e aos professores do Programa de Pós-Graduação, que puderam me apoiar no desenvolvimento desta pesquisa e contribuíram com materiais, laboratórios e ensinamentos, em especial aos professores: Dr.^a Priscila Alonso dos Santos, Dr. Fabiano José Ferreira Arantes, Dr.^a Geovana Rocha Plácido e Dr. Osvaldo Resende. Muito obrigada! Que Deus os abençoe sempre!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Janice da Costa Miri, filha de Noeli Winter da Costa e Clari da Costa, irmã de Joice da Costa, nasceu no dia 29 de janeiro de 1982, na cidade de Marau, Rio Grande do Sul, é gaúcha de nascimento e goiana de coração.

Em 1986, aos 4 anos de idade sua família mudou-se para Jataí-Goiás, onde viveu sua infância e juventude, estudou e concluiu ensino fundamental e médio.

Graduou-se em Nutrição no ano de 2006 em Goiânia-Goiás pela Universidade Paulista – UNIP.

Em 2006 casou-se com o odontólogo, Ederson Miri e constituiu sua família.

Em 2008 nasceu a primeira filha, Isabela, uma menina muito amável.

Em 2009, concluiu a pós-graduação em Controle de Qualidade e Gerenciamento da Produção de Alimentos pela Faculdade de Nutrição – FANUT/UFG.

Em 2013 nasceu o filho João Vitor, um menino forte e sapeca.

Em outubro de 2015, iniciou o trabalho como nutricionista efetiva, na Secretaria de Saúde do Município de Jataí-GO.

Em 2018, iniciou no curso de Pós-Graduação a nível de mestrado em Tecnologia de Alimentos, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, com conclusão em junho de 2020.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	17
ABSTRACT	13
CAPÍTULO I	14
1.INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 DIABETES MELLITUS (DM) TIPO 2	18
2.2 ALIMENTOS FUNCIONAIS	19
2.3 SECAGEM DE ALIMENTOS PARA OBTENÇÃO DE FARINHAS	19
2.4 MISTURA PARA BOLO	20
2.5 FIBRA ALIMENTAR.....	21
2.6 AMIDO RESISTENTE	22
2.7 ABACAXI	23
2.8 BANANA	25
2.9 AVEIA	27
2.10 DELINEAMENTO DE MISTURAS	28
2.11 ANÁLISE SENSORIAL	29
3. OBJETIVOS	31
3.1 GERAL.....	31
3.2 ESPECÍFICOS.....	31
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	32
4.1 MATERIAL	33
➤ Aquisição dos Frutos.....	33
➤ Processo de Obtenção das Farinhas	35
4.2 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	36
➤ Potencial Hidrogeniônico – pH.....	36
➤ Umidade	36
➤ Resíduos Minerais – Cinzas	37
➤ Proteínas.....	37

➤	Lipídios	38
➤	Carboidratos	38
➤	Valor Energético Total.....	39
➤	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	39
➤	Acidez Total Titulável	39
➤	Análise de Fibra Alimentar	40
➤	Amido Resistente	40
4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS.....		41
➤	Extração dos Compostos Fenólicos	Erro! Indicador não definido.
➤	Fenólicos Totais.....	41
➤	Captura do Radical Livre – ABTS	42
➤	Análise de Minerais.....	42
➤	Microscopia Eletrônica de Varredura.....	43
➤	Cor.....	43
➤	Granulometria	43
4.4 ANÁLISES TECNOLÓGICA DAS FARINHAS		44
➤	Índice de Absorção em Água – IAA	44
➤	Solubilidade em Água – SA.....	44
➤	Índice de Absorção em Óleo – IAO	45
➤	Solubilidade em Óleo	45
➤	Índice de Absorção em Leite – IAL	46
➤	Solubilidade em Leite	46
➤	Propriedades Emulsificantes	47
➤	Estabilidade da Emulsão	47
➤	Capacidade de Formação de Gel.....	48
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS FARINHAS		48
4.6 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DAS MISTURAS DE FARINHAS PARA DESENVOLVIMENTO DE BOLO		48
➤	Elaboração das Misturas de Farinhas para Desenvolvimento de Bolo	49
➤	Textura.....	51
➤	Cor dos Bolos.....	52
➤	Potencial Hidrogeniônico dos Bolos – pH.....	52
➤	Acidez Total Titulável dos Bolos	52
➤	Umidade dos Bolos	53
➤	Resíduos Minerais – Cinzas dos Bolos	53
➤	Proteínas dos Bolos	54
➤	Análise Estatística dos Bolos	54

➤ Análise Microbiológica.....	55
➤ Análise Sensorial dos bolos elaborados com a Mistura para Bolo	55
5. REFERÊNCIAS	57
CAPÍTULO II.....	74
ARTIGO I	75
DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE FARINHA DE CASCA DE ABACAXI (<i>Ananas comosus L. Merrill</i>) E FARINHA DE BANANA VERDE (<i>Musa spp.</i>)	75
RESUMO	75
ABSTRACT.....	76
1 INTRODUÇÃO	77
2 MATERIAL E MÉTODOS	79
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	82
CONCLUSÃO	101
REFERÊNCIAS.....	102
CAPÍTULO III	115
ARTIGO II.....	116
MISTURA PARA BOLO COM ADIÇÃO DE FARINHA DA CASCA DO ABACAXI PÉROLA (<i>Ananas Comosus L. Merrill</i>), FARINHA DE BANANA VERDE PRATA (<i>Musa Spp.</i>) E FARINHA DE AVEIA BRANCA (<i>Avena Sativa L.</i>)	116
RESUMO	116
ABSTRACT.....	117
1 INTRODUÇÃO	118
2 MATERIAL E MÉTODOS	120
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	125
4 CONCLUSÃO	142
5 REFERÊNCIAS.....	143
CONCLUSÃO GERAL	148
APÊNDICES.....	149
➤ APÊNDICE A - Fluxograma da elaboração da farinha da casca do abacaxi.	149
➤ APÊNDICE B - Fluxograma da elaboração da farinha da banana verde.....	150
➤ APÊNDICE C - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).....	151
➤ APÊNDICE D - Consentimento da participação da pessoa como sujeito da pesquisa.....	154
➤ APÊNDICE E - Ficha de avaliação da análise sensorial	155

LISTA DE QUADROS E TABELAS

	Página
CAPÍTULO I	
Quadro 1	Planejamento de misturas tipo Simplex Centroide da formulação da mistura de Farinha de Casca de Abacaxi (FCA), Farinha de Banana Verde (FBV) e Farinha de Aveia (FA). 49
	118
CAPÍTULO II	
TABELA 1	Análises proximais da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde..... 84
TABELA 2	Determinação amido resistente e fibras da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde..... 88
TABELA 3	Determinação de fenólicos totais e ABTS da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde..... 89
TABELA 4	Análises de minerais da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde..... 90
TABELA 5	Análise de cor da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde..... 92
TABELA 6	Análises de granulometria da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde..... 93
TABELA 7	Análises tecnológicas da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde..... 99
TABELA 8	Capacidade de formação de gel da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde..... 98
CAPÍTULO III	
TABELA 9	Análises proximais das formulações de bolo..... 124
TABELA 10	Resultados dos parâmetros instrumentais de cor (L*, a* e b*), Cromo e o °Hue das formulações dos bolos..... 128
TABELA 11	Análise de volume específico (cm ³ /g) das formulações de bolo..... 130
TABELA 12	Resultados dos parâmetros de textura das formulações dos bolos..... 132
TABELA 13	Resultados dos parâmetros microbiológicos dos bolos que foram para a análise sensorial..... 134
TABELA 14	Resultado de custo para elaboração dos bolos que foram para a análise sensorial..... 141

LISTA DE FIGURAS

Página		
Figura 1	Abacaxi (<i>Ananas comosus</i> L. Merril)	24
Figura 2:	Escala de maturação da banana segundo Von Loesecke (1950)	26
Figura 3:	Aveia branca (<i>Avena sativa</i> L.)	28
Figura 4:	Representação da mistura de três componentes em um delineamento.....	29
Figura 5:	Delineamento experimental de mistura Simplex-Centroide.....	30
Figura 6:	Assadeira retangular perfurada utilizada no processo de secagem das cascas de abacaxi.....	34
Figura 7:	Abacaxi Pérola.....	34
Figura 8:	Forno elétrico industrial.....	35
Figura 9:	Assadeira retangular perfurada utilizada para produção da secagem da banana verde.....	35
Figura 10:	Moinho de facas tipo Willye utilizado para triturar as farinhas.....	36
Figura 11:	Ingredientes da mistura para bolo.....	50
Figura 12:	Homogeneização dos ingredientes.....	50
Figura 13:	Assadeira enfarinhada e padronizada.....	50
Figura 14:	Bolos assados.....	51
Figura 15:	Bolos desenformados.....	51
Figura 16:	Amostra da análise sensorial.....	56
Figura 17:	Cabines individuais.....	57
Figura 18:	Amostras a serem entregues aos participantes.....	57
Figura 19	Abacaxis utilizados na elaboração da farinha da casca do abacaxi.....	80
Figura 20	Bananas verdes no estágio de maturação 1 e 2 utilizadas na elaboração da farinha de banana verde.....	81
Figura 21	Sistema <i>CIELAB</i>	92
Figura 22	Roda de cores.....	92
Figura 23	Microscopia eletrônica de varredura da farinha de casca de abacaxi.....	95
Figura 24	Microscopia eletrônica de varredura da farinha de banana verde.....	97
Figura 25	Bolo padrão.....	119
Figura 26	Ingredientes da mistura para bolo.....	119
Figura 27	Homogeneização dos ingredientes.....	119

Figura 28	Forma enfarinhada e padronizada.....	120
Figura 29	Assamento dos bolos.....	120
Figura 30	Bolos desenformados.....	121
Figura 31	Amostra da análise sensorial.....	122
Figura 32	Cabines individuais.....	123
Figura 33	Amostras a serem entregues aos participantes.....	123
Figura 34	Aparência das dez formulações de mistura para bolo.....	124
Figura 35	Resultados da análise sensorial com o teste de aceitação da formulação FBV100.....	135
Figura 36	Resultados da análise sensorial com o teste de aceitação da formulação FCA50FBV50.....	136
Figura 37	Resultados da análise sensorial com o teste de aceitação da formulação FCA33FBV33FA33.....	137
Figura 38	Resultados do índice de aceitabilidade das três formulações de bolos: FBV100, FCA50FBV50 e FCA33FBV33FA.....	138
Figura 39	Resultados do teste de intenção de compra das formulações FBV100, FCA50FBV50 e FCA33FBV33FA33.....	139

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

°Brix	Graus Brix
°C	Graus Celsius
a*	Coordenada de cor instrumental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABTS	(2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)) - Enzima específica
ALD	Amido de lenta digestão
HUE	Ângulo de coordenada de cor instrumental
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Official Methods of Analysis
AR	Amido resistente
ARD	Amido de rápida digestão
Aw	Atividade de água
b*	Coordenada de cor instrumental
C*	Chroma
DF	Fibra alimentar
DM	Diabetes Mellitus
DPPH	(2,2-difenil-1-picril-hidrazila) – Moléculas estáveis de radicais livres
EAF	Equivalente de ácido ferúlico
EAG	Equivalente de ácido gálico
ESF	Equivalente de sulfato ferroso
FBV	Farinha de banana verde
FCA	Farinha de casca de abacaxi
FDA	Food And Drug Administration
FRAP	Redução do ferro
IA	Índice de aceitabilidade
IAL	Instituto Adolfo Lutz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDF	Fração de fibra insolúvel
Kcal	Quilocalorias
L*	Luminosidade
LabMic	Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução
log	Logarítmo
M	Molar
m/v	Massa sobre volume
Mesh	Malha
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
Mg	Miligramas
Micro	Prefixo do Sistema Internacional de Unidades denotando um fator de 10^{-6}
mL	Militros
NaOH	Hidróxido de Sódio
pH	Potencial hidrogeniônico
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
Rpm	Rotações por minuto
SDF	Fração de fibra solúvel
TE	Trolox equivalente
VET	Valor energético total

RESUMO

MIRI, COSTA JANICE. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde – GO, junho de 2020. **Mistura para bolo com adição de farinha da casca do abacaxi (*Ananas comuns L. Merrill*) e farinha de banana verde (*Musa spp*)**. Orientadora: Dr.^a Mayra Conceição Peixoto Martins Lima, Coorientadora: Dr.^a Mariana Buranelo Egea.

Os bolos são produtos apreciados pelos brasileiros, inclusive os portadores de diabetes, porém há ampla carência deste produto com baixo índice glicêmico. Assim, a pesquisa teve como propósito desenvolver um produto direcionado para o consumo de portadores de diabetes. Os produtos alimentícios podem ser enriquecidos ou adicionados de farinhas funcionais elaboradas com frutas ou seus subprodutos com a finalidade de agregar valor nutricional. No presente estudo foram desenvolvidas: farinha da casca do abacaxi da cultivar Pérola e farinha de banana verde da cultivar Prata. Foi analisada a efetividade destas farinhas na elaboração de mistura para bolo, realizando as análises físicas, químicas e tecnológicas das farinhas de casca de abacaxi (FCA) e farinha de banana verde (FBV), que apresentaram elevadas taxas de amido resistente e fibras. Utilizou-se o delineamento de misturas tipo Simplex Centróide com as misturas das farinhas em diferentes proporções para a elaboração dos bolos. Os bolos do delineamento foram produzidos e em seguida foram realizadas as análises físico-químicas e a análise sensorial com três formulações de mistura para bolo. O resultado foi representado pela análise sensorial tendo acima de 70% de aceitação e intenção de compra das três formulações analisadas também evidenciou que a formulação com 100% farinha de banana verde apresentou índice de aceitabilidade acima de 86%. Promovendo o desenvolvimento de mistura para bolo como um novo produto elaborado com alto valor nutricional agregado, podendo auxiliar no aporte de nutrientes e na variedade de dieta em portadores de DM.

PALAVRAS-CHAVE: Farinha de abacaxi; Farinha de banana verde; Mistura para bolo; Produtos para fins especiais; Diabetes.

ABSTRACT

Cakes are products appreciated by Brazilians, including those with diabetes, but there is a wide lack of this product that ensures glycemic control; Thus, this research aimed to develop a product which people with diabetes can eat. Therefore, food products can be enriched or added with functional flours made from fruits or their by-products in order to add nutritional value. In the present study were developed two types of flours to be used as cake mix ingredient: pineapple peel flour from cultivar *Pérola* and green banana flour from cultivar *Prata*. The effectiveness of these flours in the cake mix preparation was observed and analyzed by carrying out physical, chemical and technological analyzes of pineapple peel (FCA) and green banana (FBV) flours, which presented high rates of resistant starch and fibers. To determine the samples simplex centroid a mix design was used with flour mixtures in different proportions for cakes preparation. The cakes from the design were produced and after that, it was carried out the physical-chemical and sensory analysis with three cake mix formulations. The results were represented by the sensory analysis, with acceptance and purchase intention above 70%, for three analyzed formulations. Yet, it was noticed that the formulation with 100% green banana flour scored an acceptability index above 86%. Promoting the development of cake mix as a new product prepared with high added nutritional value.

KEYWORDS: Pineapple flour; Green banana flour; Cake mix; Special purpose products; Diabetes.

CAPÍTULO I

1.INTRODUÇÃO

Atualmente a produção de alimentos industrializados vem aumentando com o objetivo de proporcionar a praticidade no dia a dia da população (MOTA et al., 2019). Para Bielemann et al. (2015), os alimentos processados se tornaram cada vez mais acessíveis para todas as faixas etárias, sendo vendidos pré-prontos ou prontos para o consumo.

Evidências científicas demonstram que o aumento da ingestão dos produtos industrializados com baixo valor nutricional reflete no estado nutricional das crianças, adolescentes e adultos, podendo desenvolver doenças causadas pelo baixo consumo de alimentos saudáveis ao longo dos anos (HORTA et al., 2015; CARLING et al., 2015; PATEL et al., 2018).

A maioria das pessoas aprecia o sabor e a textura de alimentos com alto teor de açúcar como bolos e produtos de panificação e não pretendem desistir do consumo mesmo possuindo algumas restrições alimentares decorrentes de problemas de saúde (BRAY., 2012).

O excesso de sacarose nos alimentos pode ser considerado um fator de risco das causas da epidemia de obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares e as principais agências de saúde pública e associações de diabetes e coração recomendam definir limites superiores para açúcares, especialmente para adição (PRÉCOMA, 2019).

Neste sentido, as indústrias de alimentos buscam maneiras de reduzir o açúcar substituindo por outros compostos menos prejudiciais à saúde (MILNER et al., 2020). Esforços foram feitos ao longo dos últimos anos para explorar ingredientes e edulcorantes alternativos, incluindo edulcorantes a granel (polióis) e edulcorantes de alta intensidade como substitutos da sacarose (CAGE, et al., 2018).

Nos últimos 20 anos, o número de adultos diagnosticados com Diabetes Mellitus tipo 2 mais do que duplicou (BAYS, 2020), o Diabetes Mellitus (DM), afeta a cerca de

duzentos e quarenta e seis milhões de pessoas em todo o mundo e a previsão é que até 2025, o número de pessoas com diabetes chegue a trezentos e oitenta milhões (BRASIL, 2013).

A conscientização do consumidor atual em busca de benefícios para a saúde através da alimentação, juntamente com novas descobertas das pesquisas com alimentos funcionais e avanços nas tecnologias de processo para incorporá-los com segurança nas formulações de alimentos industrializados aumentou nos últimos anos (SIQUEIRA et al., 2020).

Em muitas pesquisas em andamento, observa-se a necessidade de estudar e avaliar os efeitos das propriedades dos alimentos no corpo humano (CHA´VEZ-SALAZAR et al. 2017; KAUR et al. 2020).

No mundo, as alegações de alimentos funcionais são regulamentadas pela comissão Codex Alimentarius, que publicou as recomendações alimentares para alimentos funcionais elaboradas com a aprovação da União Europeia, do Japão e dos Estados Unidos, porém cada país possui a livre escolha dos critérios de sua regulamentação nacional específica (CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 2010).

O Brasil tem uma legislação definida para alegações funcionais e de saúde de componentes nutricionais ou não nutricionais diferenciando o que é aditivo alimentar ou suplemento alimentar de medicamentos com princípios naturais (BRASIL, 1998). Embora não exista uma definição oficial de alimentos funcionais no Brasil, as normas se baseiam no conceito de que alimentos funcionais são alimentos e não medicamentos e, como tal, fazem parte de uma dieta normal e podem ter benefícios relacionados à saúde (AUGUSTIN, 2020).

As frutas, legumes e verduras compõem uma dieta saudável e são fontes de antioxidantes, fibras e micronutrientes (SHARMA et al, 2020). O estímulo para o aumento do consumo de frutas, legumes e verduras nos últimos anos, tornou-se uma prioridade de saúde pública em muitos países (SILVA et al., 2016). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a recomendação é a ingestão diária de pelo menos 400g de frutas e hortaliças (WHO, 2003).

O Brasil é um dos três maiores produtores de frutas do mundo. A produção em 2017, foi de quarenta e três milhões de toneladas (CNA, 2017). Apesar da produção de frutas ser grande, o consumo pela população brasileira ainda é considerado baixo (BRASIL, 2014). É necessário o desenvolvimento de propostas de intervenção sobre os hábitos de consumo de alimentos voltados para a população brasileira com o intuito de

mudar o cenário do baixo consumo alimentar de frutas e alto consumo de alimentos considerados não saudáveis (SOUZA et al., 2013).

O abacaxi é um fruto cultivado em mais de 60 países. O abacaxizeiro (*Ananas comosus*) se destaca na produção de frutas tropicais. É uma planta monocotiledônea, herbácea e perene, da família Bromeliaceae (GURGEL, 2017). A produção no ano de 2017 de abacaxi, superou mil e quinhentas toneladas de frutos. A região nordeste representou quarenta por cento da produção brasileira (IBGE, 2017).

A banana é uma das frutas mais consumidas no Brasil e o cultivo tem se expandido nos últimos anos tendo a produção em 2017 acima de seis milhões de toneladas do fruto, estando as maiores regiões produtoras o nordeste a cerca de trinta e quatro por cento da produção e a região sudeste com trinta e três por cento da produção nacional (SOUZA, et al., 2011; IBGE, 2017; COLTRO e KARASKI., 2019).

A banana no estágio de maturação verde não é comum ser consumida pela típica dureza e a sua elevada adstringência, porém, os produtos de banana verde elaborados estão crescendo por seus benefícios nutricionais e fisiológicos para a saúde humana (RIQUETTE et al., 2019). Na indústria de alimentos, a banana verde pode ser utilizada em forma de farinha (SARAWONG et al., 2014).

A aveia (*Avena sativa L.*) é um cereal que possui elevada quantidade de fibras alimentares, e é consumido de diversas maneiras na forma de farinha ou farelo (MOLIN, 2011).

O processamento de frutas e seus subprodutos para serem utilizados em forma de farinha tem sido de interesse de muitos pesquisadores (SINGH et al., 2017). De acordo com a legislação brasileira as farinhas são definidas por “produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos” (ANVISA, 2005).

A mistura de farinhas e de ingredientes funcionais em produtos de panificação tem crescido muito nas duas últimas décadas, pela preocupação com a saúde dos consumidores (MACIEL et al., 2008; PACIULLI, et al., 2019).

O uso de subprodutos de frutas, em grande parte desperdiçados, criou um potencial para o uso sustentável desses materiais comestíveis que possuem altos níveis de atividade antioxidante, compostos fenólicos, fibras alimentares e amido resistente na polpa e nas cascas, sendo excelente fonte de ingrediente nutritivos para a adição ou enriquecimento de alimentos (KHOOZANI et al., 2020).

Objetivou-se com esta pesquisa, desenvolver mistura para bolo enriquecida com fibras e amido resistente utilizando o edulcorante xilitol, por meio da produção de farinhas elaboradas utilizando o subproduto do abacaxi (*Ananas comuns L.Merril*) e o fruto da banana verde (*Musa spp*).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DIABETES MELLITUS (DM) TIPO 2

No Brasil, vários estudos confirmam modificações nos hábitos alimentares da população que evidenciam o aumento do consumo de alimentos processados e ultraprocessados, como bebidas açucaradas, macarrão instantâneo, biscoitos, bolos e produtos de panificação entre outros, que têm contribuído de forma expressiva para a diminuição do valor nutricional da dieta e na ocorrência de doenças crônicas, com destaque para o Diabetes Mellitus (DM) Tipo 2 (BRASIL, 2015).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que glicemia elevada no portador de DM é o terceiro fator, em importância, da causa de mortalidade prematura. A adoção de uma alimentação saudável é um dos principais pilares do tratamento e controle do DM, Tipo 2 (BEKELE, 2019). As recomendações baseadas no fracionamento correto das refeições e no consumo de alimentos naturais, como hortaliças, frutas, cereais integrais, leguminosas, além da redução de alimentos fontes de gordura, sódio e açúcar, contribuem para a manutenção do controle metabólico, estado nutricional adequado, bem como na prevenção das complicações decorrentes da doença (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2019-2020).

O tratamento do DM deve priorizar a mudança do estilo de vida, com o objetivo de promover redução e controle de peso, por meio da prática de atividade física e diminuição de hábitos sedentários, associados a dieta mais saudável e equilibrada, evitando, açúcares simples e reduzindo a ingestão de carboidratos simples, de gorduras totais e saturadas, com aumento da quantidade de fibras (ZEITLER et al., 2014).

Elaborar novos produtos utilizando compostos alimentares, especialmente carboidratos densos em energia, está entre as intervenções dietéticas para prevenção e / ou tratamento da DM, portanto, tornou-se foco das pesquisas atuais sobre alimentação e nutrição (GUO et al., 2020).

2.2 ALIMENTOS FUNCIONAIS

Os alimentos industrializados são geralmente caracterizados por alta capacidade energética e elevados teores de açúcares, gorduras, sódio em sua composição (GHOSH-SWABY, 2020).

Ao levar um estilo de vida saudável, os consumidores desejam retardar o processo de envelhecimento e manter o bom funcionamento do organismo promovendo a saúde (KOBUS-CISOWSKA et al., 2014).

O desenvolvimento de alimentos com propriedades funcionais é resultado do aumento do interesse em aspectos promotores de saúde expressos pela aplicação de novos componentes que melhoram o valor nutritivo dos alimentos e, ao mesmo tempo, mantêm suas propriedades sensoriais com características atraentes para o consumidor (GRAMZA-MICHAŁOWSKA et al., 2016).

A legislação brasileira (ANVISA, 1999) define que um alimento com alegação de propriedade funcional é “aquele com relativo papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”. Alguns ingredientes e/ou alimentos têm suas definições de propriedade funcional padronizada pela ANVISA, incluindo as Fibras Alimentares, que são definidas pela alegação de: “auxiliarem o funcionamento do intestino”, destacando-se um dos requisitos específicos que “Esta alegação pode ser utilizada desde que a porção do produto final, pronto para consumo forneça no mínimo 2,5 g de fibras, sem considerar a contribuição dos ingredientes utilizados na sua preparação” (BRASIL, 1999).

A utilização de farinhas mistas, à base de frutas, sementes e fibras combinada ou isolada expandiu, e atualmente é amplamente empregada na fabricação de biscoitos, bolos e pães, como uma alternativa para melhorar as propriedades nutricionais dos produtos, seja pelo maior aporte de fibras, micronutrientes e/ou compostos bioativos (GREGORY et al., 2020).

2.3 SECAGEM DE ALIMENTOS PARA OBTENÇÃO DE FARINHAS

Para solucionar problemas como perdas de produção por excesso de oferta de produtos perecíveis como frutas e hortaliças, pode ser realizado o método de secagem dos alimentos (CHONG; LAW, 2011; ESPARZA et al., 2020).

A secagem é o processo mais utilizado para prolongar a vida útil de produtos agrícolas, por reduzir a quantidade de água e conseqüentemente sua atividade biológica, facilidade de manuseio e armazenamento, redução nos custos de transporte e maior estabilidade (ALVES, 2010; ESPARZA et al., 2020). Pode ser realizada em partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas que passam por moagem ou trituração para obtenção de farinhas. (BRASIL, 1978).

A transformação de alimentos como frutas e hortaliças em farinhas, permite disponibilizar no mercado consumidor, o produto de forma atrativa e conveniente para serem adicionados em diversos preparos alimentícios, podendo ser utilizado como espessante em sopas, caldos e molhos, enriquecendo nutricionalmente produtos de panificação, entre outras aplicações (CONTADO et al., 2009; NUNES et al., 2010; BAJPAI, 2020).

2.4 MISTURA PARA BOLO

As indústrias de alimentos, visando produzir alimentos saudáveis estão adicionando ingredientes funcionais em biscoitos, bolos, mistura para bolos e outros produtos, na intenção de fortificar nutricionalmente seus produtos (GONZÁLEZ-MONTEMAYOR et al., 2019).

Para elaborar misturas para bolo, métodos de combinação dos ingredientes são essenciais na produção, pois pequenos desvios podem conduzir a falhas. Dessa forma, os ingredientes da mistura devem ser adequados, as formulações devem ser balanceadas e os procedimentos de mistura e cozimento de acordo com o tipo de produto que se quer produzir (CANELLA-RAWLS, 2019).

Ao misturar os ingredientes, deve-se obter uma dispersão homogênea, com máxima incorporação de ar e mínimo desenvolvimento do glúten, os objetivos da mistura da massa incluem: uniformizar a distribuição dos ingredientes, minimizar a perda do crescimento, otimizar a mistura para obter as características textura e volume desejáveis, pois a mistura tem um impacto direto na qualidade do produto final (PAGANI; BOTTEGA; MARIOTTI, , 2013).

A mistura para bolo é regulamentada de acordo com a legislação brasileira da ANVISA (RDC N° 273), “Misturas para o Preparo de Alimentos: são os produtos obtidos pela mistura de ingredientes, destinados ao preparo de alimentos pelo consumidor com a

adição de outro(s) ingrediente(s). Podem requerer aquecimento ou cozimento. O produto resultante após o preparo, de acordo com as instruções do fabricante, deve ser aquele mencionado na designação da Mistura” e a resolução considera ainda “Misturas para o Preparo de Alimento: devem ser designadas de “Mistura...” ou “Pó...” ou expressão equivalente seguido do nome do alimento a ser obtido após o preparo. Pode ser acrescida de designações consagradas pelo uso e ou expressões relativas ao processo de obtenção, finalidade de uso, característica específica ou ingrediente que caracteriza o alimento a ser preparado (BRASIL, 2005).

2.5 FIBRA ALIMENTAR

A fibra alimentar (FA) é um componente importante da dieta humana, e pesquisas revelaram os seus benefícios para a saúde que estão associados com a função intestinal, redução do risco de doenças coronárias, DM Tipo 2 e melhoria da manutenção do peso (EFSA, 2011 , HAUNER et al., 2012).

As classificações das fibras alimentares são de acordo com sua solubilidade em água, sendo a fração de fibra solúvel/bem fermentável (FAS) e a fração de fibra insolúvel/menos fermentável (FAI) (ANITA; ABRAHAM, 1997). As fibras ainda podem ser classificada em três subclasses, dependendo do seu peso molar e solubilidade: fibra dietética de alto peso molar incluindo formas solúvel e insolúvel, fibra dietética de baixo peso molar e amido resistente (MCCLEARY et al., 2017; SUN et al., 2019).

Embora não seja hidrolisado e absorvido no trato gastrointestinal superior (cavidade oral, glândulas salivares, esôfago, estômago e intestino delgado), a FA, pode ser fermentada no trato gastrointestinal inferior, sendo o intestino grosso (ceco, apêndice, cólon, reto e ânus), proporcionando benefícios à saúde quando consumido regularmente (LATULIPPE et al., 2013; TOBARUELA et al., 2018).

As fontes sustentáveis de fibras alimentares podem ser encontradas nos produtos das indústrias de moagem e processamento de frutas, desde o material da parede celular dos respectivos grãos (cereais/não cereais) ou frutas que são particularmente ricos nessas substâncias. As fibras das frutas consistem principalmente de pectinas, gomas e mucilagens e são mais solúveis, os cereais são constituídos por ligninas, celulose e hemicelulose mais insolúveis e podem ser utilizadas como agentes espessantes ou gelificantes, bem como emulsão ou espuma e estabilizadores. Além disso, a pectina pode fornecer baixo valor calórico e, portanto, ser utilizado para produzir alimentos não calóricos. Já as fibras insolúveis são utilizadas para fins de estabilização e texturização,

podendo melhorar a densidade do produto, minimizar o encolhimento, controlar a umidade e aumentar a estabilidade dos alimentos (FÖSTE et al., 2019).

Tanto a indústria quanto os pesquisadores estão envolvidos na otimização da tecnologia de produção de alimentos para melhorar a qualidade, sabor, funcionalidade e biodisponibilidade de produtos alimentícios, como produtos de panificação (RÓZYLO, 2013).

As farinhas produzidas por frutas podem ser uma opção para enriquecer os alimentos de acordo com suas potencialidades, e novos alimentos podem ser elaborados pela indústria utilizando a fibra alimentar das farinhas no enriquecimento como ingrediente, com a substituição de gordura ou atuando como agente estabilizante, espessante e emulsificante, em diferentes produtos como: bebidas, sopas, molhos, sobremesas, derivados de leite, biscoitos, massas, bolos e pães (CHO; DREHER, 2001; FULLER et al., 2016; BIRKETT; CHO, 2013; LOCKYER; NUGENT, 2017).

2.6 AMIDO RESISTENTE

O amido é a principal forma de carboidrato presente na maioria dos alimentos, e é composto de dois componentes principais a amilose e amilopectina. Esses componentes estão presentes em diferentes proporções em diversas plantas e alimentos (ZHANG et al., 2020). A qualidade do amido depende da proporção e organização dessas duas moléculas em grânulos de amido (MÉNDEZ-MONTEALVO, 2008; HE; WEI, 2020).

O amido pode ser classificado quanto à digestibilidade em: amido de rápida digestão, sendo todo convertido em glicose durante cerca de 20 min; lenta digestão, que a hidrólise dura a cerca de 120 min; e não digerível (amido resistente - AR), que resulta na sua fermentação pelas bactérias que compõem a microbiota intestinal (ENGLYST; KINGMAN; CUMMINGS, 1992).

Dependendo da composição do amido pode ocorrer que não seja transformado e modificado em sua forma bruta no processo de digestão do corpo humano, sua digestibilidade melhora em grande quantidade durante o cozimento, no entanto, algumas partes permanecem resistente à digestão e absorção no intestino delgado e então, são fermentadas no intestino grosso dos humanos, com a produção de ácidos graxos de cadeia curta, que é denominado “Amido resistente” (AR) (RAIGOND et al., 2019; BARBA et al., 2019).

O AR é considerado um tipo de fibra alimentar (QI; TESTER, 2019). Vários estudos relatam que o AR influencia positivamente o funcionamento do sistema digestivo e microbiota intestinal, auxilia no controle do DM e colesterol e auxilia no controle do IG (SRIKAE0; SANGKHIAW, 2014).

Devido à crescente conscientização sobre alimentos saudáveis e nutritivos, os consumidores estão em busca de produtos novos que agregam valor nutricional, e a indústria internacional de alimentos está trabalhando no desenvolvimento de produtos alimentícios funcionais inovadores, com benefícios adicionais à saúde, para atender às crescentes lacunas por alimentos funcionais existentes nesse mercado (MCCARTHY et al., 2020).

A maioria dos alimentos ricos em carboidratos são conhecidos por serem altamente glicêmicos. O IG classifica os alimentos de acordo com o efeito no nível de glicose no sangue, o excesso do consumo de alimentos com alto IG podem causar problemas de saúde, como diabetes e obesidade (MARCUS, 2013; AUGUSTIN et al., 2015; ÁVILA et al., 2019).

A necessidade atual do mercado consumidor é o desenvolvimento de alimentos funcionais à base de carboidratos com baixo IG (DIEZ-GUTIÉRREZ et al., 2020).

2.7 ABACAXI

O Brasil é considerado grande produtor de abacaxi (*Ananas comosus L. Merrill*), e a região nordeste é a maior produtora destes frutos. Em 2017 a produção foi de um milhão e setecentos mil toneladas no Brasil (IBGE, 2017).

É um fruto com grande aceitação no mercado consumidor em todo o mundo, tanto em sua forma *in natura*, quanto industrializada, como fruta em calda, suco integral, polpa congelada, geleia, licor entre outros (CRESTANI et al., 2010). Apresenta alta composição de açúcares (glicose e frutose), sais minerais, vitaminas (C, A, B1, B2 e Niacina) e fibras (HOSSAIN; RAHMAN, 2011; ADE et al., 2014; SAH et al., 2016).

O abacaxi da cultivar *Pérola* é conhecida também, como *Pernambuco* ou *Branca de Pernambuco* e, caracteriza-se por apresentar plantas eretas, folhas longas providas de espinhos, pedúnculos longos, numerosos filhotes e poucos rebentões. O abacaxi *Pérola* é cônico com casca amarelada, polpa branca, pouco ácida, suculenta, saborosa, peso médio entre 1 e 1,5 kg e apresenta coroa grande, como mostra a Figura 1 (RAMALHO, 2009; SANYA et al., 2020; PANDIT et al., 2020).



Figura1: Abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill).
Imagem: Embrapa - mandioca e fruticultura.

Pesquisas realizadas com o fruto do abacaxi demonstraram que tanto a sua casca como o seu cilindro são fontes de fibras alimentares, sendo fibras alimentares insolúveis (FID), que inclui celulose e hemicelulose e as fibras alimentares solúveis (SDF) incluindo polissacarídeos não amiláceos, como pectina, β -glucanos, gomas, mucilagens, oligossacarídeos ou inulina (QUIRÓS-SAUCEDA et al., 2014).

Sendo assim, o abacaxi é considerado um fruto com grande potencial, devido sua composição nutricional e o alto teor de fibras alimentares solúveis que têm demonstrado várias propriedades tecnológicas e funcionais como aditivos alimentares, capacidade de retenção de água, capacidade de intumescimento, aumento da viscosidade ou formação de gel (SU et al., 2019).

Em pesquisas recentes, Holscher et al. (2017) e Campos et al. (2020) relataram que as fibras do abacaxi promovem a atividade probiótica benéfica para o intestino, melhora a digestão e a absorção de nutrientes, fortalece o sistema imunológico, melhora a atividade prebiótica desenvolvendo as bactérias benéficas que habitam o intestino e o crescimento de cepas e a atividade metabólica.

Durante o processamento do abacaxi, grandes quantidades de bagaço e cascas são geradas, representando cerca de 25 a 35% do peso do fruto (LARRAURI; RUPÉREZ; CALIXTO, 1997). As indústrias alimentícias podem estar inovando, aproveitando esses subprodutos que não são utilizados e que criam considerável poluição ambiental (BELLUR et al., 2015).

O destino desses subprodutos do abacaxi podem ser empregados direta ou indiretamente realizando o método de secagem dos alimentos e produzindo farinhas com compostos bioativos, fibra alimentar e minerais, fontes alternativas de nutrientes no desenvolvimento de novos produtos alimentícios (IZIDORO, et al, 2008; BIRCH; BONWICK., 2019; ESPARZA et al., 2020; TRIGO., et al. 2020).

2.8 BANANA

A banana (*Musa spp*), é uma das frutas mais consumidas no Brasil, seu cultivo tem se expandido nos últimos anos. Em 2017, a produção de banana foi de sete milhões de toneladas do fruto no país, sendo 34% na região nordeste e 33% na região sudeste (IBGE, 2017).

A banana *Musa spp* é um fruto climatérico, perecível que apresenta alta taxa respiratória e alta produção de etileno após a colheita (PRILL et al., 2012). As perdas de qualidade e quantidade do fruto cultivado são significativas, sendo que apenas 40% a 50% das bananas colhidas chegam ao consumidor (MEDINA; PEREIRA, 2004; MUIIMBA-KANKOLONGO, 2018).

A modificação da cor da casca da banana é a mudança mais visível durante o período de maturação. Para industrializar os frutos e identificar o estágio de maturação, existe uma escala dividida em sete estágios, apresentada na Figura 2 (VON LOESECKE, 1950).



Figura 2: Escala de maturação da banana segundo Von Loesecke (1950).

As bananas crescem e se desenvolvem rapidamente com alto rendimento, oferecem diversas opções de alimentos e podem ser consumidas cozidas verdes ou maduras, preparada na casca, cozida no vapor, transformada em vitamina, assada, lascada e frita ou seca em forma de farinha para fazer uma série de produtos de panificação (KILIMOTRUST, 2012; KIKULWE et al., 2016). Devido a essa versatilidade de preparo, diversos pratos com a banana são acessíveis para praticamente todas as categorias de renda dos consumidores (EKESA et al., 2017).

Uma alternativa para reduzir as perdas do fruto pós-colheita e durante o transporte, seria utilizar a banana verde, em forma de farinha pela indústria (SARAWONG et al., 2014). A farinha é produzida com o estágio de maturação do fruto verde e pode ser adicionada em produtos alimentícios agregando qualidade e valor nutricional (ORMENESE, 2010, VERNAZA et al., 2011; KHOZANI et al., 2020).

Tanto a casca da banana verde, quanto a polpa possuem alto valor nutricional, quantidade considerável de diferentes FA, minerais e AR (SILVA et al., 2015; SEGUNDO et al., 2017).

A banana é rica em compostos polifenólicos como carotenoides, dopamina, serotonina, noradrenalina, galocatequina, epicatequina, catequina e minerais como potássio e magnésio (ZHANG et al., 2005; ALKARKHI et al., 2011; MENEZES et al., 2011; SURESH KUMAR et al., 2018).

É de grande interesse das indústrias utilizar a farinha de banana verde (FBV) para produzir produtos funcionais saudáveis, de acordo com Menezes et al. (2011) a farinha de banana verde possui na composição: Amido total (76,77%), Sólido Solúveis Totais (SST) - (1,81%), AR (amido resistente) - (17,5 a 19,00%) e polissacarídeos não amiláceos (14-17%). De acordo com Lewis et al., 1999; Fuentes-Zaragoza et al., 2011; Kumar., 2019 a banana tem ação protetora na mucosa gástrica possui AR com teores entre 47 e 57%.

Um quinto das bananas mundiais no valor de quatro a cinco milhões de toneladas estão sendo rejeitados por diversas razões como amadurecimento precoce, falta de uniformidade, deformação e fissuração (SURESH KUMAR et al., 2018).

A produção de FBV e sua comercialização pode contribuir na redução das perdas pós-colheita da fruta, conseqüentemente, há aumento do tempo de vida de prateleira e maior valor comercial (BEZERRA et al., 2013).

As cultivares de banana mais estudadas para a produção da FBV são a banana Prata, banana Nanicão e banana da Terra (SOUZA; LEÃO, 2012; SANTOS et al., 2010; RAMOS et al., 2009; SILVA et al., 2009).

2.9 AVEIA

A aveia é uma planta da família das gramíneas e se divide em várias espécies: aveia preta (*Avena strigosa Schreb.*), aveia amarela (*Avena bysantina L.*) e a aveia branca (*Avena sativa L.*) (FONTANELI et al., 2012).

De acordo com o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola do IBGE a produção de aveia no Brasil em 2017, foram setecentos mil toneladas.

A aveia branca (*Avena sativa L.*), apresentada na Figura 3, é um dos cereais mais conhecidos para o consumo humano e tem recebido destaque por suas excelentes propriedades funcionais benéficas à saúde (MALANCHEN, et al., 2019).



Figura 3: Aveia branca (*Avena sativa L.*).
Imagem: unilabsementes, 2020.

A aveia (*Avena sativa L.*) é um cereal de estrutura diferenciada dos demais, apresenta alto teor lipídico distribuído por todo o grão, com constituição predominante de ácidos graxos insaturados e contém alto conteúdo proteico, de fibras alimentares, sendo a mais conhecida a fibra solúvel β -glucana (SINGH et al., 2013; MENON et al., 2014).

O grão de aveia branca (*Avena sativa L.*) é consumido pela população principalmente como ingrediente no café da manhã em forma de farinha ou flocos de grãos integrais, que podem ser consumidos como mingau após aquecimento em água ou leite ou na forma de cereais prontos para consumo (SOYCAN et al., 2019).

A farinha de aveia é frequentemente usada como ingrediente em pão, bolos, barras de cereais e biscoitos. Um componente importante da aveia é o β -glucano, que é composto por um polímero linear de ligação mista de (1 \rightarrow 3) (1 \rightarrow 4) - β -D-glucano. Esse polímero é uma fibra dietética solúvel em água que possui benefícios nutricionais, como a redução das concentrações plasmáticas de colesterol e glicose (MULTARI et al., 2018; PRIDAL; BÖTTGER; ROSS, 2018).

A aveia é um cereal muito consumido, visto que é rica em importantes antioxidantes que incluem ácido fítico, ácido fenólico e avenantramidas (AVA) (XIE, et al., 2017). Os AVA representam um grupo de compostos fenólicos exclusivos da aveia que possui várias atividades bioativas, como atividade anti-inflamatória (CASTRO., 2020). YANG et al., 2014 detectaram três tipos de compostos fenólicos da aveia: ácido 5-hidroxiananranílico, conjugado com ácido cafeico, ácido p-camarico e ácido ferúlico.

Uma dieta rica em aveia pode fornecer ácidos fenólicos e avenantramidas (AVA) que podem contribuir para os efeitos benéficos à saúde, diminuindo o risco de doenças cardiovasculares (THOMAS et al., 2018).

Atualmente, vários estudos fornecem evidências de que a ingestão regular de aveia reduz o colesterol no sangue, melhora a sensibilidade à insulina e o controle glicêmico pós-prandial (BAO et al., 2014; HO et al., 2016; SOYCAN et al., 2019).

2.10 DELINEAMENTO DE MISTURAS

Para o planejamento experimental de uma mistura, pode ser empregado o delineamento de misturas tipo Simplex Centroide. O objetivo do delineamento de misturas é estimar, através da análise de superfície de resposta, as propriedades de um sistema inteiro de multicomponentes partindo de um número limitado de observações (CORNELL, 1973; MACIEL et al., 2020).

O domínio de um planejamento de mistura para três componentes é representado por um triângulo equilátero em que os pontos localizados nos vértices desse triângulo representam os componentes puros, os pontos localizados nos lados representam as misturas binárias e os vértices localizados no interior do triângulo representam misturas em que os três componentes estão presentes (NOVAES et al., 2018), apresentado na Figura 4.

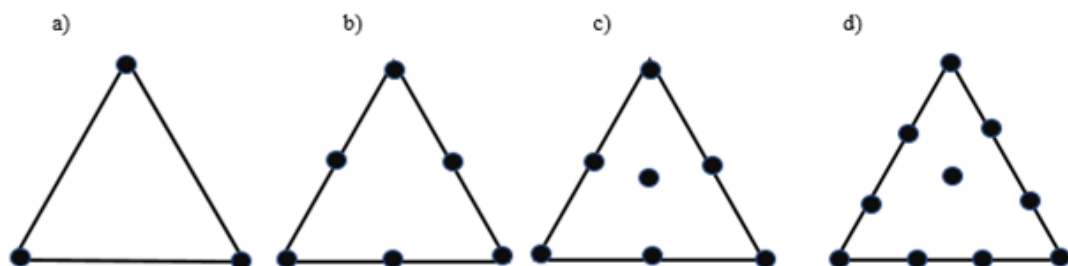


Figura 4: Representação da mistura de três componentes em um delineamento.
Imagem: CORNELL, 1973.

Os experimentos com misturas tratam das proporções dos ingredientes de um produto que devem satisfazer duas restrições. Para q componentes, $0 \leq x_i \leq 1$ para $1 \leq i \leq q$ (x_i indica a proporção do i -ésimo componente) e $x_1 + x_2 + \dots + x_q = 1$. Todas as combinações possíveis dos diferentes componentes constituem um espaço simplex de dimensão $q - 1$, sobre o qual uma superfície de resposta pode ser obtida para determinado parâmetro de interesse. Em experimentos que envolvem a mistura de ingredientes, os atributos de interesse no produto dependem apenas da proporção dos componentes da combinação e não de seus valores absolutos (CORNELL, 2011; SOARES et al., 2018).

As regiões da composição da mistura que abrangem os experimentos estão representadas em pseudocomponentes na Figura 5 (ERIKSSON, JOHANSSON e WIKSTRÖM, 1998; SUROWIEC, 2017).

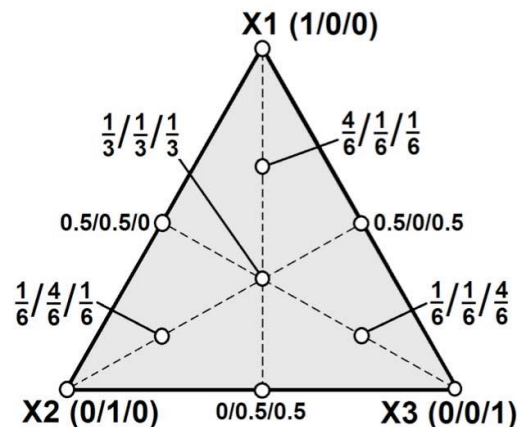


Figura 5: Delineamento experimental de mistura Simplex-Centroide.
Imagem: ERIKSSON; JOHANSSON; WIKSTRÖM, 1998.

A aplicação da modelagem matemática e de processos de otimização de formulações alimentícias pode ser grande diferencial para a avaliação da qualidade nutricional e sensorial de alimentos para diversos fins, sendo ferramenta de grande importância para o pesquisador, pois, fornece as informações necessárias no desenvolvimento e otimização de produtos alimentícios (DINGSTAD; WESTAD; NAES, 2004; FERGUSON et al., 2006; JÚNIOR, 2016).

2.11 ANÁLISE SENSORIAL

Na análise sensorial é possível estudar as percepções, sensações e reações do consumidor sobre as características dos produtos, incluindo sua aceitação ou rejeição. Essa metodologia permite que o pesquisador possa avaliar, medir e interpretar as reações

geradas pelas características sensoriais dos produtos, utilizando os órgãos de sentido humano como instrumento de análise (MEILGAARD; CIVILLE e CARR, 2006; VACLAVIK e CHRISTIAN, 2007; JAEGER et al., 2020).

Este tipo de análise permite ligação entre o consumidor e o produto, fornecendo aos interessados informações importantes que vão refletir a posição do produto analisado, no mercado. O produto deve apresentar características químicas, físicas e microbiológicas satisfatórias, e ser sensorialmente bem aceito (MINIM, 2010; WORCH et al., 2020).

Os métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas podem ser classificados em discriminativos, descritivos e subjetivos (O'SULLIVAN, 2020). Os métodos discriminativos estabelecem diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre as amostras e incluem os testes de diferença e sensibilidade. Nos testes descritivos, as amostras são descritas qualitativamente e quantitativamente. E os métodos subjetivos ou afetivos são utilizados para expressar a opinião pessoal do julgador (ABNT, 1993; O'SULLIVAN, 2017; CHEN, 2020).

Os locais de aplicação dos testes descritivos afetivos podem ser: laboratórios de análise sensorial, ambientes centrais (shoppings, restaurantes, escolas, universidades, hospitais, dentre outros) ou ambientes domiciliares (CARDELLO; MEISELMAN, 2018). Eles são utilizados para avaliar a manutenção da qualidade dos produtos, a possibilidade de otimização dos processos, o desenvolvimento de novos produtos e modificações nos processos (CHAVES; SPROESSER, 1993; BUSSE; SIEBERT, 2018).

Os testes afetivos podem ser classificados em testes de preferência ou testes de aceitação, e, pode-se aproveitar para realizar a intenção de compra do produto pelos provadores (MINIM, 2013; TUORILA; HARTMANN, 2020).

Testes de aceitação avaliam se os consumidores gostam ou desgostam do produto. Podendo avaliar o grau de aceitação do consumidor através de escala hedônica. Esta escala é caracterizada por apresentar nove pontos que descrevem a aceitação do produto de forma gradual em que os extremos estão ancorados em “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” (KWAK et al., 2013; KIM et al., 2015; LAWLESS et al., 2010; O'SULLIVAN, 2020).

Para ser considerado aceito pelos consumidores, um produto deve ter um índice de aceitabilidade (IA) mínimo de 70% (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987; KOYRATTY et al., 2014; VITAL et al., 2017).

3. OBJETIVOS

3.1 GERAL

Desenvolver mistura para bolo enriquecida com fibras e amido resistente por meio da produção de farinhas elaboradas utilizando o subproduto do abacaxi (*Ananas comuns L.Merril*) e o fruto da banana verde (*Musa spp*).

3.2 ESPECÍFICOS

- Produzir as farinhas da casca do abacaxi e farinha da banana verde.
- Determinar e avaliar a composição proximal, propriedades físico-químicas e tecnológicas das farinhas produzidas.
- Aplicar delineamento de misturas para desenvolver misturas para bolo.
- Produzir bolos com as diferentes concentrações de farinhas.
- Analisar os bolos quanto a composição proximal, cor e textura.
- Analisar sensorialmente três formulações de mistura para bolo que obtiverem os melhores resultados na análise de dureza, teor de fibras e amido resistente.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi dividido em duas etapas: na primeira etapa, foram elaboradas as farinhas da casca do abacaxi e da banana verde, através do processo de desidratação, trituração e padronização de granulometria. Posteriormente, foram avaliados os padrões físico-químicos, composição proximal, parâmetros tecnológicos e cor dessas farinhas.

Foi utilizado o delineamento de mistura com variação das porcentagens em concentração de farinhas, utilizado: farinha de casca de abacaxi, farinha de banana verde e farinha de aveia. As formulações estão representas no Quadro 1.

Delineamento de misturas – Simplex Centroide							
FORMULAÇÕES	FCA		FBV		FA		
	Pseudo	Real (%)	Pseudo	Real (%)	Pseudo	Real (%)	
1	1	100	0	0	0	0	
2	0	0	1	100	0	0	
3	0	0	0	0	1	100	
4	0,5	50	0,5	50	0	0	
5	0,5	50	0	0	0,5	50	
6	0	0	0,5	50	0,5	50	
7	0,333333	33,33333	0,333333	33,33333	0,333333	33,33333	
8	0,666667	66,66667	0,166667	16,66667	0,166667	16,66667	
9	0,166667	16,66667	0,666667	66,66667	0,166667	16,66667	
10	0,166667	16,66667	0,166667	16,66667	0,666667	66,66667	

Quadro 1. Planejamento de misturas tipo Simplex Centroide da formulação da mistura de Farinha de Casca de Abacaxi (FCA), Farinha de Banana Verde (FBV) e Farinha de Aveia (FA). *Foram realizadas três repetições do experimento 7 (ponto central). Fonte: STATSOFT (2004). $1FCA+2FBV+3FA = 1$ ou 100%.

Na segunda etapa, foram desenvolvidas as formulações das misturas para bolo utilizando a farinha da casca do abacaxi, farinha de banana verde, farinha de aveia, farinha de trigo integral, ovos, xilitol, margarina, leite e fermento em pó químico. Os bolos foram preparados utilizando as diferentes formulações do delineamento de misturas. Para todas as formulações de mistura para bolo, foi determinado um padrão utilizando 60% de farinha de trigo integral e a mistura de 40% das diferentes farinhas sendo: farinha da casca de abacaxi, farinha da banana verde e farinha da aveia.

4.1 MATERIAL

➤ Aquisição dos Frutos

Os frutos do abacaxi da cultivar Pérola e da banana verde da cultivar Prata, foram adquiridos no mercado local, na cidade de Rio Verde - GO. A farinha de aveia foi adquirida, no mercado local, na cidade de Rio Verde - GO.

No laboratório de Tecnologia de Cereais e Panificação do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, os frutos do abacaxi, tiveram a coroa removida, foram lavados com água corrente e detergente neutro. Em seguida, os frutos do abacaxi foram separados em 3 lotes e sanitizados em solução de água sanitária a 200 mg L⁻¹ de cloro residual livre por litro de água por 15 min.

Decorrido este período, os frutos foram descascados utilizando faca inoxidável. As cascas dos abacaxis foram dispostas em assadeiras retangulares perfuradas.



Figura 6: Assadeira retangular perfurada utilizada para processo de secagem das cascas de abacaxi.

Fonte: Arquivo pessoal (2019).



Figura 7: Abacaxi Pérola.
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Foi realizada a secagem em forno elétrico industrial com circulação de ar forçado (Metvisa, Brusque – SC - Brasil), por 8 h em temperatura constante de 70°C apresentado na Figura 8.



Figura 8: Forno elétrico industrial (Metvisa, Brusque - SC, Brasil).
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

As bananas verdes foram despencadas e lavadas com água corrente e detergente neutro, separadas em 3 lotes observando o estágio de maturação 1 e 2 de acordo com a escala de maturação da banana de Von Loesecke (1950) Figura 2. Em seguida, foram

sanitizados em solução de água sanitária a 200 mg L⁻¹ de cloro residual livre por litro de água por 15 min.

As bananas foram descascadas utilizando faca inoxidável e submetidas ao branqueamento físico por imersão em água para inibição da atividade enzimática. As bananas descascadas foram imersas em água em temperatura de 100°C por 3 min e logo após foram resfriadas em água gelada por mais 3 min.

Decorrido esse tempo, as bananas molhadas foram fatiadas em rodela com espessura de mais ou menos 0,5 cm e dispostas em assadeiras retangulares perfuradas.



Figura 9: Assadeira retangular perfurada utilizada para produção da secagem da banana verde.

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Foi realizada a secagem em forno elétrico industrial com circulação de ar forçada (Metvisa, Brusque – SC - Brasil), por 12 h em temperatura constante de 70°C.

➤ Processo de Obtenção das Farinhas

Após a secagem em forno elétrico industrial, a casca do abacaxi e o fruto da banana verde, foram resfriados em temperatura ambiente, separados em 03 lotes, e triturados separadamente em moinho de facas tipo Willye (Star FT.50 – Fortinox – Piracicaba – São Paulo- Brasil) com peneira de abertura de 20 mesh para obtenção de farinha com granulometria uniforme.



Figura 10: Moinho de facas tipo Willye utilizado para triturar as farinhas.
Fonte: Fortinox (2019).

As farinhas obtidas foram acondicionadas em sacos de polipropileno de alta densidade em diferentes porções e congelados em refrigerador a -6°C para uso posterior nas análises e desenvolvimento das misturas de farinha para bolo.

4.2 DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

As análises físico-químicas foram realizadas nas farinhas produzidas de casca de abacaxi e banana verde em triplicata.

➤ Potencial Hidrogeniônico – pH

Foram pesados em balança de precisão 5g de farinha da casca do abacaxi e 5g da farinha de banana verde separadas em béquer e adicionado 50mL de água destilada, após agitação o pH foi determinado pela leitura em potenciômetro digital de bancada (PoliControl Brasil), calibrado com soluções com tampão 7,0 e tampão 4,0 (AOAC, 2000).

➤ Umidade

A determinação de umidade foi realizada de acordo com a metodologia da AOAC (2000), em que 3 a 5 g da amostra foi seca a 105°C até atingir o peso constante. O teor de umidade foi obtido pela Equação 1:

$$\% \text{ umidade} = \left(\frac{(PU)-(PS)}{(PU)} \times 100 \right) \quad (1)$$

Em que:

PU + cadinho = peso da amostra úmida;

PS + cadinho = peso da amostra seca.

➤ Resíduos Minerais – Cinzas

Após a determinação de umidade, os cadinhos foram colocados na mufla para serem incineradas a 550°C até obterem coloração de cinzas claras ou ligeiramente acinzentadas (AOAC, 2000). A quantidade de cinzas foi determinada pela Equação 2.

$$\% \text{ cinzas} = \left[\left(\frac{C}{(PU)} \times 100 \right) \right] \quad (2)$$

Em que:

C = cinzas;

PU = peso da amostra úmida.

➤ Proteínas

Os teores proteicos foram determinados por método qualitativo, obtidos por meio da análise de nitrogênio, com fator de conversão de 5,70 para trigo e derivados, segundo o método de Kjeldahl. O cálculo realizado para a determinação de proteína seguiu a Equação 3 (AOAC, 2000).

$$\% \text{ proteína (base úmida)} = \frac{(VL - VB) \times (0,014 \times 100) \times 6,25 \times N \times Fc}{(MA)} = y \quad (3)$$

Em que:

Fator de conversão de 5,70 para trigo e derivados.

VB = mL gastos do titulante;

VL = mL gastos do titulante;

0,014 = meq Nitrogênio;

6,25 = Fator de conversão do teor de N em proteína;

N = Normalidade do titulante;

Fc = Fator de correção da normalidade do titulante;

MA = Massa da amostra.

➤ Lipídios

A análise de lipídios foi executada pelo Laboratório Exata – Jataí, conforme metodologia do Compendio Brasileiro de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2005). Foram pesados três gramas de amostra que, em seguida, foram colocadas em cartucho de celulose. Os cartuchos acoplados ao extrator de gordura de forma que ficaram totalmente mergulhados no solvente, e a extração foi realizada por duas h.

Logo em seguida, foi feito o gotejamento, processo no qual não há contato do cartucho com o éter por 30 min. Os *reboilers* (vidraria do extrator de lipídios) foram levados a estufa de 105°C para evaporação do éter residual e retirada da umidade por 1 a 2 h, em seguida, deixou-se esfriar no dessecador a temperatura ambiente por aproximadamente 40 min e foram pesados.

A porcentagem de extrato etéreo foi obtida pela Equação 4.

$$\% EE = \frac{P_b - P_a}{P} \times 100$$

(4)

Em que:

EE = Extrato etéreo (g);

P_b = peso do reboiler mais o extrato etéreo (g);

P_a = Peso do reboiler (g);

P = Peso da amostra (g).

➤ Carboidratos

Os carboidratos totais foram obtidos por diferença (Equação 5), subtraindo de cem os valores obtidos de umidade, cinzas (Resíduos Minerais - Cinzas), lipídios e proteínas (ANVISA, 2003).

Carboidratos totais = 100 - (% Umidade + % Cinzas +% Lipídios + % Proteína).

(5)

➤ Valor Energético Total

O valor energético total (VET) das farinhas de casca de abacaxi e farinha de banana verde, foi estimado utilizando os fatores para conversão de 4 kcal.g⁻¹ para proteínas e carboidratos, e 9 kcal.g⁻¹ para lipídios, conforme Equação 6 (MERRIL; WATT, 1973).

$$\text{VET} = (\% \text{ PTN} \times 4,0 \text{ Kcal.g}^{-1}) + \% \text{ CHO} \times 4,0 \text{ Kcal.g}^{-1} + (\% \text{ LIP} \times 9,0 \text{ Kcal.g}^{-1}).$$

(6)

Em que:

PTN = Proteína;

CHO = Carboidrato;

LIP = Lipídios.

➤ Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

Para a determinação do °Brix, foram adicionados 5g da farinha de casca do abacaxi em um erlenmeyer com 50 mL de água destilada e em outro erlenmeyer foram adicionados 5g da farinha de banana verde com 50 mL de água destilada, a solução foi submetida a agitação (em agitador magnético por 10 min), e foram efetuadas leituras diretas em refratômetro digital (Brix / RI-Chek Reichert) (CAVENDER et al., 2014).

➤ Acidez Total Titulável

Para a análise de acidez total titulável presente nas farinhas de casca de abacaxi e farinha de banana verde, foi utilizada a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Foram pesadas 5 g de amostra e transferidas para um frasco de erlenmeyer de 125 mL e diluída com 50 mL de água destilada. Logo após, foram adicionadas gotas de fenolftaleína (1%) e a titulação ocorreu com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até a obtenção de coloração rósea indicador de fenolftaleína. O índice de acidez foi determinado pela Equação 7.

$$\text{Acidez em solução (\%)} = \frac{V \times f \times 100}{M \times c} \quad (7)$$

Em que:

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

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

M = massa em gramas da amostra usada na titulação;

c = correção para solução de NaOH, 10 para solução NaOH 0,1 M.

➤ Análise de Fibra Alimentar

A análise foi realizada no Laboratório de Análises de Alimentos, pertencente ao Instituto de Ciências Exatas e da Terra localizados na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Araguaia II.

A análise de fibra alimentar foi determinada utilizando o método enzimático gravimétrico descrito pelo instituto Adolfo Lutz (2008) no qual a amostra é submetida à digestão por três enzimas: α -amilase termorresistente; protease e amiloglicosidase, adquiridas com o uso do Kit Sigma-Aldrich. Após a digestão da amostra, para determinação de fibras totais, adicionou-se álcool 95%, foi filtrada a amostra em bomba de vácuo e levada à estufa. Para definição de fibra alimentar insolúvel, seguiu-se o mesmo método, no entanto as amostras não foram submetidas ao álcool 95%. As fibras alimentar solúvel foram calculadas pela diferença entre as fibras alimentar totais e as fibras alimentar insolúveis.

➤ Amido Resistente

A análise foi realizada pelo Laboratório de Tecnologia de Cereais, Raízes e Tubérculos da Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR.

A digestibilidade *in vitro* seguiu a metodologia de Englyst (ENGLYST; KINGMAN; CUMMINGS, 1992) com algumas modificações (CORNEAU et al., 2019; DEMIATE et al., 2016). As farinhas (aprox. 1 g de cada) foram suspensas em 20 mL de tampão acetato (0,1 M, pH 5,2) contendo 50 mg de carragena e cinco bolinhas de vidro, sendo colocados em banho-maria com agitação (tipo Dubnoff) a 37°C por 10 min. Após esse período de equilíbrio da temperatura, 5 mL de um preparado enzimático contendo

pancreatina de pâncreas suíno, invertase de levedura alcoólica e amiloglucosidase de *Aspergillus niger*, todas fornecidas pela Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, foram adicionados e as amostras mantidas sob agitação no banho a 37°C. As frações de amido de rápida digestibilidade (ARD) e de lenta digestibilidade (ALD) foram determinadas após períodos de incubação de 20 e 120 min, respectivamente, e a porção que não foi hidrolisada após 120 min foi definida como amido resistente (AR). Os teores de amido total foram determinados por intermédio do kit Megazyme, conforme o método AOAC 996.11 (AOAC, 2000). Determinou-se o teor de glicose por intermédio do kit GOPOD (Megazyme, Wicklow, Irlanda) com leitura espectrofotométrica a 510 nm. Os teores de amido foram calculados multiplicando a glicose pelo fator 0,9.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS COMPOSTOS BIOATIVOS

A análise foi realizada no Laboratório de Análises de Alimentos, pertencente ao Instituto de Ciências Exatas e da Terra localizados na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Araguaia II.

A preparação do extrato hidrofílico das farinhas se deu através do emprego de uma alíquota de 5 g da amostra de farinha de casca de abacaxi e 5 g de farinha de banana verde que foram analisadas separadamente, imersas em 25 mL de uma mistura de metanol: água: ácido fórmico (50: 48,5:1,5 v-l.v-l), homogeneizado por 1 min e centrifugado a 2500 g por 15 min. Os sobrenadantes foram coletados e uma segunda extração foi realizada em pellets centrifugados nas mesmas condições. Sobrenadantes foram combinados, completados até um volume conhecido (50 mL) e imediatamente analisados conforme metodologia descrita por Barcia et al., (2015) na qual a farinha foi adicionada à solução extratora e submetida ao banho ultrassônico por 15 min. A solução foi filtrada em papel filtro e algodão e o volume completado com solução extratora.

➤ Fenólicos Totais

A determinação dos compostos fenólicos totais presentes nas frações hidrofílicas, realizou-se de acordo com o método colorimétrico adaptado de Singleton et al. (1999), sendo que alíquotas de 0,5 mL das frações hidrofílicas foram misturadas com 2,5 mL de Folin Ciocalteau (diluído 1:10 em água). Após 5 min, 2 mL de uma solução de carbonato de sódio 7,5% (m/v) foram adicionados. Após duas horas no escuro, realizou-se a leitura

da absorbância em espectrofotômetro Kasuaki UV-VIS a 760 nm. Para a quantificação, construiu-se uma curva padrão de ácido gálico e o total de compostos fenólicos foi expresso em mg de ác. gálico/100g de amostra (mg GAE/100g).

➤ Captura do Radical Livre – ABTS

Para avaliar a capacidade antioxidante das frações em questão, foi utilizado o método de captura do cátion radical 2,2'-azinobis (3-ethyl-benzothiazoline-6-sulphonate) (ABTS•+) conforme descrito por Re et al. (1999). Houve o preparo de uma solução estoque de ABTS 7 mmol/L em persulfato de potássio 2,45 mmol/L, e seguiu para armazenamento no escuro por 16 h a temperatura ambiente. A partir desta solução estoque, houve a diluição da mesma em etanol até a absorbância ajustada de $0,70 \pm 0,02$ a 734 nm em espectrofotômetro (Kasuaki UV-VIS). Assim que ocorreu o ajuste de absorbância da solução de ABTS, um volume de 30 µL da fração hidrofílica ou lipofílica da amostra foi adicionado em tubo de ensaio, juntamente com 3 mL da solução diluída de ABTS e, depois de 25 min de incubação a 30°C a absorbância foi lida e comparada com uma curva padrão de Trolox.

Para o cálculo da porcentagem de inibição do antioxidante frente ao ABTS, foi utilizado a Equação 8 e os resultados foram expressos em µmol de equivalente de Trolox/g de amostra:

$$\% \text{ de Inibição} = \frac{A_{br} - A_{ba}}{A_{br}} \times 100 \quad (8)$$

➤ Análise de Minerais

A análise de minerais foi executada pelo Laboratório de Análises Solotech Cerrado – Rio Verde, conforme metodologias Embrapa (1999). Para o extrato 1, primeiramente, 0,5g de cada amostra das farinhas, foi pré-digerida por 12 h com 10ml de mistura nítrico-perclórica em proporção de 3:1(v/v). Os tubos com a mistura foram para o bloco digestor por 120°C, até a coloração cessar o vapor castanho, em seguida aumentou a temperatura para 180°C, para reduzir e ficar transparente. Foi resfriado e adicionado 25ml de água destilada, e realizado a análise de Cobre (Cu), Ferro (Fe) e Zinco (Zn), por espectrofotometria de absorção atômica. O extrato 2 foi preparado, diluindo 5ml do

extrato 1 em 20ml de água destilada, foram realizadas as avaliações isoladas Fósforo (P), espectrofotometria com azul de molibdênio, Potássio (K), com fotometria de chama, Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), espectrofotometria de absorção atômica.

➤ Microscopia Eletrônica de Varredura

A análise microestrutural foi realizada no Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução (LabMic), da Universidade Federal de Goiás, através do Microscópio Eletrônico de Varredura, Jeol[®], JSM – 6610, equipado com EDS, Thermo scientific NSS Spectral Imaging. As amostras de farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde, foram previamente desengorduradas por extração em Soxhlet, colocadas sobre *stabs* de alumínio com fita dupla face e foram banhadas por fina camada de ouro (material eletricamente condutivo), permitindo o funcionamento da Microscopia Eletrônica de Varredura MEV, por emissão de feixes de elétrons com voltagem de aceleração de 5 kV por um filamento de tungstênio. As micrografias foram realizadas com aumento de 500, 700 e 1500 x.

➤ Cor

Para avaliar a cor da farinha de casca de abacaxi e da farinha de banana verde, seguiu-se metodologia descrita por Das et al., (2019) e foi utilizado o colorímetro (Chroma meter CR-400/410 – Konica Minolta - Japão), com o sistema CIELab (L * de preto para branco: 0 a 100; + a * para vermelho e - a* para verde; + b * para amarelo e - b* azul), realizada a leitura diretamente no aparelho, em triplicata por três vezes.

➤ Granulometria

A análise granulométrica foi realizada para classificar as farinhas. Segundo Zanotto e Bellaver (1996), para determinar a classificação granulométrica, foi utilizado um equipamento agitador de peneiras com reostato ajustado em 7, composto por cinco peneiras com aberturas de diferentes diâmetros e o fundo, padrão ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), adaptadas conforme disponibilidade do laboratório, com 28, 35, 60, 80, 100, 150, 200 mesh, com aberturas das malhas de 0,075, 0,106, 0,15, 0,18, 0,25, 0,425, 0,6 mm, respectivamente.

Para cada amostra foram peneiradas 100 g durante 10 min, as peneiras taradas previamente foram pesadas após a agitação para obtenção do peso da amostra retida em cada uma delas conforme a Equação 9.

$$PR \% = \frac{(M1 - M2)}{M} \times 100 \quad (9)$$

Em que:

PR % = porcentagem retida em cada peneira;

M1 = massa da peneira, mais a fração retida;

M2 = massa da peneira;

M = massa da amostra.

4.4 ANÁLISES TECNOLÓGICA DAS FARINHAS

➤ Índice de Absorção em Água – IAA

O índice de absorção de água (IAA) das farinhas de casca de abacaxi e de banana verde foi determinado segundo metodologia de Okezie e Bello (1988). Em um tubo de centrífuga com tampa foi colocado 0,25 g de amostra e 15 mL de água destilada. Os tubos foram agitados em vortex (kasvi K40-1020) por 1 min, em seguida, centrifugados a força G de 5300 rpm por 20 min, em centrífuga. O líquido sobrenadante foi escorrido cuidadosamente e o material remanescente foi pesado e o IAA calculado conforme a Equação 10:

$$\text{Índice de absorção de água (IAA)} = \frac{\text{peso da amostra úmida (g)} - \text{peso inicial da amostra (g)}}{\text{peso inicial da amostra (g)}} \quad (10)$$

➤ Solubilidade em Água – SA

A solubilidade em água (SA) foi determinada segundo metodologia de Okezie e Bello (1988). Uma suspensão com 15 mL de água e 0,25 g de farinha (base seca) foi

preparada em tubos de centrífuga com tampa. Os tubos foram agitados por 1 minuto em vórtex (kasvi K40-1020), e em seguida centrifugados a força G de 5300 rpm por 20 minutos em centrífuga (SL-701 – Solab). O líquido sobrenadante foi escorrido cuidadosamente em placa de Petri previamente tarada e levado à estufa com circulação e renovação de ar (TE-394/1 – TECNAL), a 105°C, para secagem. A solubilidade em água foi calculada pela relação entre o peso do resíduo seco do sobrenadante (resíduo de evaporação) e o peso seco da amostra conforme a Equação 11:

$$\text{Solubilidade em água} = \frac{\text{Resíduo da evaporação (g)}}{\text{peso da amostra (g)}} \times 100 \quad (11)$$

➤ Índice de Absorção em Óleo – IAO

O índice de absorção de óleo (IAO) das farinhas de casca de abacaxi e de banana verde, foi determinado segundo metodologia de Okezie e Bello (1988). Em um tubo de centrífuga com tampa foi colocado 0,25 g de amostra e 15 mL de óleo. Os tubos foram agitados em vortex (kasvi K40-1020) por 1 min, em seguida, centrifugados a força G de 5300 rpm por 20 min, em centrífuga. O líquido sobrenadante foi escorrido cuidadosamente e o material remanescente foi pesado e o IAO calculado conforme a Equação 12:

$$\text{Índice de absorção de água (IAO)} = \frac{\text{peso da amostra úmida (g)} - \text{peso inicial da amostra (g)}}{\text{peso inicial da amostra (g)}} \quad (12)$$

➤ Solubilidade em Óleo

A solubilidade em óleo foi determinada segundo metodologia de Okezie e Bello (1988). Uma suspensão com 15 mL de óleo e 0,25 g de farinha (base seca) foi preparada em tubos de centrífuga com tampa. Os tubos foram agitados por 1 min em vórtex (kasvi K40-1020), e em seguida centrifugados a força G de 5300 rpm por 20 min em centrífuga (SL-701 – Solab). O líquido sobrenadante foi escorrido. A solubilidade em óleo foi calculada pela relação entre o peso do resíduo seco do sobrenadante (resíduo de evaporação) e o peso seco da amostra conforme a Equação 13:

$$\text{Solubilidade em óleo} = \frac{\text{Resíduo da evaporação após retirar o sobrenadante (g)}}{\text{peso da amostra (g)}} \quad (13)$$

➤ Índice de Absorção em Leite – IAL

O índice de absorção em leite (IAL) das farinhas de casca de abacaxi e de banana verde foi determinado segundo metodologia de Okezie e Bello (1988). Em um tubo de centrífuga com tampa foi colocado 0,25 g de amostra e 15 mL de leite. Os tubos foram agitados em vortex (kasvi K40-1020) por 1 min, em seguida, centrifugados a força G de 5300 rpm por 20 min, em centrífuga. O líquido sobrenadante foi escorrido cuidadosamente e o material remanescente foi pesado e o IAL calculado conforme a Equação 14:

$$\text{Índice de absorção de leite (IAL)} = \frac{\text{peso da amostra úmida (g)} - \text{peso inicial da amostra (g)}}{\text{peso inicial da amostra (g)}} \quad (14)$$

➤ Solubilidade em Leite

A solubilidade em leite (SL) foi determinada segundo metodologia de Okezie e Bello (1988). Uma suspensão com 15 mL de leite e 0,25 g de farinha (base seca) foi preparada em tubos de centrífuga com tampa. Os tubos foram agitados por 1 min em vórtex (kasvi K40-1020), e em seguida centrifugados a força G de 5300 rpm por 20 min em centrífuga (SL-701 – Solab). O líquido sobrenadante foi escorrido cuidadosamente em placa de Petri previamente tarada e levado à estufa com circulação e renovação de ar (TE-394/1 – TECNAL), a 105°C, para secagem. A solubilidade em leite foi calculada pela relação entre o peso do resíduo seco do sobrenadante (resíduo de evaporação) e o peso seco da amostra conforme a Equação 15:

$$\text{Solubilidade em leite} = \frac{\text{Resíduo da evaporação (g)}}{\text{peso da amostra (g)}} \quad (15)$$

➤ Propriedades Emulsificantes

A atividade emulsificante (AE) das farinhas de casca de abacaxi e farinha de banana verde foi determinada segundo a metodologia descrita por Yasumatsu et al., (1972). Foi preparada uma suspensão com 1,75g de amostra em 25mL de água destilada e 25mL de óleo de soja. Os tubos foram agitados por 1 min em vórtex (kasvi K40-1020), velocidade moderada, posteriormente centrifugados por 5 min a força G de 3000 rpm. Para a atividade emulsificante foi utilizada a Equação 16:

$$AE (\%) = \frac{VEe}{V} \times 100 \quad (16)$$

Em que:

VEe = volume da camada emulsificada (mL);

V = volume total do tubo (mL).

➤ Estabilidade da Emulsão

Para determinar a estabilidade da emulsão (EE) foram utilizados os mesmos tubos com as emulsões da determinação da atividade emulsificante, inicialmente foram anotados os valores da camada emulsificada. Em seguida, os tubos foram aquecidos em banho-maria a 80°C por 30 min e posteriormente resfriados por 20 min em água corrente, e seguiu-se com centrifugação dos tubos com a amostra a força G de 3000 rpm por 5 min.

Anotou-se o volume da camada de emulsão final, ou seja, a camada emulsificada remanescente). A Equação 17, a seguir foi utilizada para calcular EE:

$$\text{Estabilidade da emulsão (\%)} = \frac{CER}{CE} \times 100 \quad (17)$$

Em que:

CER = camada emulsificada remanescente (mL);

CE = camada emulsificada no tubo (mL);

➤ Capacidade de Formação de Gel

A capacidade de formação de gel das farinhas foi determinada de acordo com metodologia descrita por Coffmann e Garcia (1977). Dispersões de concentrações variadas de amostra (2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14%, 16%, 18% e 20% p/v) em 20ml de água foram preparadas em tubos graduados (50ml), aquecidos a 90°C (banho-maria) por 30 min, resfriados a temperatura ambiente e refrigerados a 4°C por 2 h. Em seguida os tubos foram invertidos e analisados quanto à formação de gel.

A determinação da capacidade de gelificação é um teste qualitativo. O resultado é considerado negativo quando, ao se inverter o tubo de ensaio, a suspensão escorre pela parede do tubo e há a deposição de água. O resultado é considerado positivo, ou seja, que foi verificada a capacidade de gelificação, quando, ao se inverter o tubo, a suspensão permanece no topo sem escorrer até o fundo do tubo e não há a deposição de água. Os testes foram preparados em triplicata, iniciando com concentrações menores e aumentando até ser verificado resultado positivo (ADEBOWALE, 2006).

Os resultados foram expressos com base na formação de gel a partir da menor concentração da amostra.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS FARINHAS

Para os resultados das análises foi utilizado o programa Microsoft Excel versão 2010. As análises das farinhas foram realizadas em triplicata e os resultados foram expressos como média \pm desvios-padrão em tabelas.

4.6 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL DAS MISTURAS DE FARINHAS PARA DESENVOLVIMENTO DE BOLO

No planejamento experimental, foi utilizado o delineamento de misturas tipo Simplex Centroides de acordo com procedimentos descritos por Cornell (1973), com variação das porcentagens em concentração da farinha da casca do abacaxi (FCA), da farinha de banana verde (FBV) e farinha de aveia (FA), sobre as propriedades tecnológicas de mistura para bolo. Na formulação padrão foi utilizado 60% de farinha de trigo integral. O planejamento experimental com os teores determinados para cada ingrediente em concentração real (g do componente por 100 g de mistura) e pseudocomponentes estão representados na Quadro 1.

Delineamento de Misturas - Simplex Centroide						
FORMULAÇÕES	FCA		FBV		FA	
	Pseudo	Real (%)	Pseudo	Real (%)	Pseudo	Real (%)
1	1	100	0	0	0	0
2	0	0	1	100	0	0
3	0	0	0	0	1	100
4	0,5	50	0,5	50	0	0
5	0,5	50	0	0	0,5	50
6	0	0	0,5	50	0,5	50
7	0,333333	33,33333	0,333333	33,33333	0,333333	33,33333
8	0,666667	66,66667	0,166667	16,66667	0,166667	16,66667
9	0,166667	16,66667	0,666667	66,66667	0,166667	16,66667
10	0,166667	16,66667	0,166667	16,66667	0,666667	66,66667

Quadro 1. Planejamento de misturas tipo Simplex Centroide da formulação da mistura de Farinha de Casca de Abacaxi (FCA), Farinha de Banana Verde (FBV) e Farinha de Aveia (FA). *Foram realizadas três repetições do experimento 7 (ponto central). Fonte: STATSOFT (2004). $1FCA+2FBV+3FA = 1$ ou 100%.

➤ **Elaboração das Misturas de Farinhas para Desenvolvimento de Bolo**

As formulações das misturas para bolo foram desenvolvidas segundo ensaios realizados previamente, e tiveram proporções padrão de 60% farinha de trigo integral e 40% a mistura das farinhas de acordo com o delineamento, e foram pesados segundo as suas proporções reais (Quadro 1).

A formulação padrão foi desenvolvida com 125 g das farinhas adicionado de 50g de ovos, 50g de margarina, 120g de xilitol, 125g de leite e 8g de fermento em pó químico e foram homogeneizados em batedeira planetária (OSTER), como apresentado na Figura 11 e 12. Cada formulação do delineamento da mistura para bolo, foi elaborada separadamente até o forneamento completo dos bolos. Os ingredientes secos foram pesados separadamente, misturados e homogeneizados e os ingredientes úmidos como o leite, margarina, essência e ovo incorporados posteriormente.



Figura 11: Ingredientes da mistura para bolo.
Fonte: Arquivo pessoal (2019).



Figura 12: Homogeneização dos ingredientes

A assadeira utilizada foi enfarinhada com farinha de trigo integral e margarina como mostra a Figura 13, foram determinadas assadeiras padrão para o assamento dos bolos e o peso padrão de 450g para cada formulação da massa antes de ir ao forno.



Figura 13: Assadeira enfarinhada e padronizada.
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Os bolos foram assados em forno elétrico industrial (Metvisa, Brusque - SC - Brasil), em temperatura de 170°C, por 30 min cada formulação, como mostra a Figura 14.



Figura 14: Bolos sendo assados.
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Após o assamento, aguardou-se 20 min para os bolos serem desenformados, como mostra a Figura 15.



Figura 15: Bolos desenformados.
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Os bolos foram acondicionados em bandejas de isopor, sobre papel toalha e embalados em plástico filme para as análises posteriores.

As análises de textura, volume específico, cor, pH, acidez, umidade e cinzas dos bolos foram realizadas no mesmo dia do preparo.

➤ Textura

A medida de textura foi realizada com todos os bolos das formulações de mistura para bolo, em texturômetro (TEXTURE ANALYZER, BROOKFIELD, CT3 25k U.S.A). As amostras dos bolos, sem a crosta, foram cortados em 03 pedaços cilíndricos de 2,5cm de diâmetro, submetidos ao teste de resistência à compressão TPA em 2 ciclos, com a

carga de célula de 25000g, auxílio do probe cilindro TA4/100, a uma tensão sobre 30% da amostra, força de contato de 0,10N, e velocidade do teste 2,0 mm/s. Todas as medidas foram feitas em triplicata e em temperatura ambiente (25°C).

Entre as características de qualidade de um alimento, dureza (ou firmeza) do produto alimentício, mastigação e elasticidade são os parâmetros texturais de frequente percepção sensorial. Por exemplo, a dureza é representada como a força necessária para comprimir o alimento entre os dentes molares; mastigação como medida da energia necessária para mastigar o alimento a um estado pronto para deglutição; coesão está relacionada ao grau em que um alimento pode ser deformado antes de quebrar (DI MONACO et al., 2008; FIDALEO, et al. 2017; YAO et al., 2020). Para escolha das três formulações dos bolos que foram submetidas para a análise sensorial, foram analisados os menores valores de dureza na análise de textura.

➤ Cor dos Bolos

Para avaliar a cor dos bolos produzidos com as misturas para bolo, seguiu-se metodologia descrita por Das et al., (2019). Foi utilizado o colorímetro (Chroma meter CR-400/410 – Konica Minolta - Japão), com o sistema CIELab (L * de preto para branco: 0 a 100; + a * para vermelho e - a* para verde; + b * para amarelo e - b* azul). Foi realizada a leitura diretamente no aparelho, em triplicata por três vezes.

➤ Potencial Hidrogeniônico dos Bolos – pH

Foram pesados, em balança de precisão, 5g de bolo separados em béquer e adicionado 50mL de água destilada, após agitação o pH foi determinado pela leitura em potenciômetro digital de bancada (PoliControl Brasil) (AOAC, 2000).

➤ Acidez Total Titulável dos Bolos

Para a análise de acidez total titulável presente nos bolos foi utilizada a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Foram pesadas 5 g de amostra e transferidas para um frasco de erlenmeyer de 125 mL, diluindo com 50 mL de água destilada. Foi agitado durante 1 min com bastão de vidro para homogeneização e filtrado em filtro de tecido sintético nylon. Logo após, foram adicionadas gotas de fenolftaleína

(1%) e a titulação ocorreu com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até a obtenção de coloração rósea. O índice de acidez foi determinado pela Equação 18.

$$\text{Acidez em solução (\%)} = \frac{V \times f \times 100}{M \times c} \quad (18)$$

Em que:

V = quantidade de mL da solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação;

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

M = massa em gramas da amostra usada na titulação;

c = correção para solução de NaOH, 10 para solução NaOH 0,1 M.

➤ Umidade dos Bolos

A determinação de umidade dos bolos foi realizada de acordo com a metodologia da AOAC (2000), em que 3 a 5 g da amostra foi seca a 105°C até atingir o peso constante. O teor de umidade foi obtido pela Equação 19:

$$\% \text{ umidade} = \left[\left(\frac{(PU)-(PS)}{(PU)} \times 100 \right) \right] \quad (19)$$

Em que:

PU + cadinho = peso da amostra úmida;

PS + cadinho = peso da amostra seca.

➤ Resíduos Minerais – Cinzas dos Bolos

Após a determinação de umidade, os cadinhos com as amostras de bolo, foram colocados na mufla para serem incineradas a 550°C até obterem coloração de cinzas claras ou ligeiramente acinzentadas (AOAC, 2000). A quantidade de cinzas foi determinada pela Equação 20.

$$\% \text{ cinzas} = \left[\left(\frac{C}{(PU)} \times 100 \right) \right] \quad (20)$$

Em que:

C = cinzas;

PU = peso da amostra úmida.

➤ Proteínas dos Bolos

Os teores proteicos foram determinados por método qualitativo, obtidos por meio da análise de nitrogênio, com fator de conversão de 5,70 para trigo e derivados, segundo o método de Kjeldahl. O cálculo realizado para a determinação de proteína seguiu a Equação 21 (AOAC, 2000).

$$\% \text{ proteína (base úmida)} = \frac{(VL - VB) \times (0,014 \times 100) \times 6,25 \times N \times Fc}{(MA)} = y$$

(21)

Em que:

Fator de conversão de 5,70 para trigo e derivados.

VB = mL gastos do titulante;

VL = mL gastos do titulante;

0,014 = meq Nitrogênio;

6,25 = Fator de conversão do teor de N em proteína;

N = Normalidade do titulante;

Fc = Fator de correção da normalidade do titulante;

MA = Massa da amostra.

➤ Análise Estatística dos Bolos

As análises das formulações dos bolos foram realizadas em triplicata e os valores médios avaliados por análise de variância (ANOVA) e pelo teste de Tukey para comparação de médias entre as amostras ao nível de 5% de significância, utilizando software estatístico SISVAR[®] versão 6.0. Os resultados foram expressos como média ± desvios-padrão em Tabelas.

➤ Análise Microbiológica

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Controle Higiênico-Sanitário de Alimentos (LaCHSA) da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás (FANUT/UFG).

As amostras foram analisadas segundo as normas estabelecidas pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n. 331 de 23 de dezembro de 2019 que estabelece as listas de padrões microbiológicos para análise microbiológica de produtos alimentícios, e foram realizadas nas três formulações de bolo produzido pela mistura de farinhas, que foram direcionada para análise sensorial. Foi avaliado qualitativamente e quantitativamente as amostras de bolo de acordo com o perfil microbiológico de *Escherichia coli* por grama de amostra, *Estafilococos Coagulase* positiva por grama de amostra, de *Bacillus Cereus* presuntivo por grama de amostra, *Salmonella* sp. em 25g, *Bolores e leveduras* por gramas de amostra (BRASIL, 2019).

➤ Análise Sensorial dos bolos elaborados com a Mistura para Bolo

O Índice de Aceitabilidade (IA) de cada formulação foi calculada de acordo com Dutcosky (2011), e o produto analisado que atingir um percentual igual ou maior que 70% é considerado aceito pelos provadores.

Para a análise sensorial foi utilizado o teste de aceitação e intenção de compra com 100 provadores não treinados, de ambos os sexos, com idade entre 18 a 47 anos no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde. Consistiu em avaliar três amostras provenientes de três formulações do delineamento de misturas segundo o parâmetro de dureza dos bolos e observando a capacidade das farinhas proporcionarem bolos com teores de fibras e amido resistente elevados. Foram analisados quanto aos atributos sensoriais de aparência, aroma, sabor e textura através dos testes sensoriais de aceitação e intenção de compra. Foi utilizada a escala hedônica estruturada de 9 pontos, em que o 9 representa a nota máxima, “gostei muitíssimo”, e 1 a nota mínima “desgostei muitíssimo” (SIDEL e STONE, 1993). A intenção de compra do produto foi analisada em relação a atitude de compra do produto pelo provador que identificou sua atitude representando o máximo “certamente compraria” e o mínimo, “certamente não compraria” (SIDEL e STONE, 1993).

Todas as amostras foram identificadas por códigos de forma aleatória com três dígitos e foram analisados atributos como aparência, aroma, sabor e textura. Foi servido um copo de água mineral em temperatura ambiente para que cada provador pudesse realizar o enxágue da boca entre um intervalo de uma amostra e outra como mostra a Figura 16.



Figura 16: Amostra da análise sensorial.
Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Os avaliadores do experimento não puderam ingerir antes da avaliação sensorial qualquer tipo de alimento que deixasse resíduo na boca e não serem fumantes para que não alterasse a percepção do sabor.

A análise sensorial foi realizada com avaliadores adultos saudáveis, alunos e/ou funcionários do IF Goiano, maiores de 18 anos, de ambos os sexos, não treinados, voluntários, de forma que foram selecionados baseando-se no interesse e disponibilidade para participar da análise sensorial. Caso os avaliadores recusassem a participar da análise sensorial, não foram penalizados e não tiveram prejuízo ao seu cuidado. Foram garantidos o sigilo e a privacidade dos resultados obtidos na presente pesquisa.

Para participação na pesquisa todos os provadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE - Apêndice A).

A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética do IF Goiano e aprovada em 05 de julho de 2019 com número do parecer: 3.440.073.

A análise sensorial foi realizada em cabines individuais, numeradas no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, como mostra a Figura 17 e 18.



Figura 17: Cabines individuais
Fonte: Arquivo pessoal (2020).



Figura 18: Amostras a serem entregues aos participantes.
Fonte: Arquivo pessoal (2020).

5. REFERÊNCIAS

- ABNT - Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas - NBR12994 de 07/1993.
- ADE, K. D.; LAL, E. A.; RATHID, A. S. Development and Quality Evaluation of Pineapple Pomace And Wheat Bran Fortified Biscuits. **International Journal of Research in Engineering & Advanced Technology**, v.2, n.3, 2014.
- ADEBOWALE, K. O.; AFOLABI, T. A.; OLUOWOLABI, B. I. Functional, physicochemical and retrogradation properties of sword bean (*Canavalia gladiata*) acetylated and oxidized starches. *Carbohydrate Polymers*, v.65, p.93-101, 2006.
- AL-SHERAJI, Sadeq Hasan et al. Prebiotics as functional foods: A review. **Journal of functional foods**, v. 5, n. 4, p. 1542-1553, 2013.
- ALVES, Suerda Bezerra. **Estudo experimental da cinética de secagem do abacate (*Persea americana* Mill.)**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.
- ANITA, F. P., & ABRAHAM, P. Clinical dietetics and nutrition. Dehli Oxford University Press. Calcutta, p. 73 -77, 1997.

ANVISA - Comissões e Grupos de Trabalho. Comissão Tecnocientífica de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos. Alimentos com Alegação de Propriedades Funcionais e, ou, de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. Atualizado em julho de 2008.

ANVISA - Ministério da Saúde Agência Nacional de Vigilância Sanitária RESOLUÇÃO RDC Nº 398, DE 30 DE ABRIL DE 1999.

ANVISA - Ministério da Saúde Agência Nacional de Vigilância Sanitária RESOLUÇÃO - RDC Nº 360, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2003.

ANVISA - Ministério da Saúde Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO-RDC Nº 263, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005.

ANVISA - RDC Nº 331, DE 23 DE DEZEMBRO DE 2019.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 16th ed., "Washington, 1997.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists International. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17 ed., Gaithersburg, 2000.

AOAC - INTERNATIONAL. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18. ed. 4. rev. Gaithersburg, MD, 1505 p. 2011.

AOAC - Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 20th ed. Washington: AOAC, 3100p. 1995.

AUGUSTIN, Livia SA et al. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: an International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). **Nutrition, Metabolism and cardiovascular diseases**, v. 25, n. 9, p. 795-815, 2015.

AUGUSTIN, M. A. et al. Recovery of wasted fruit and vegetables for improving sustainable diets. **Trends in Food Science & Technology**, v. 95, p. 75-85, 2020.

ÁVILA, Felipe et al. Additive effect of maqui (*Aristotelia chilensis*) and lemon (*Citrus x limon*) juice in the postprandial glycemic responses after the intake of high glycemic index meals in healthy men. **NFS Journal**, v. 17, p. 8-16, 2019.

BAYS, Harold Edward. Dez coisas a saber sobre os dez fatores de risco para doenças cardiovasculares (“ASPC Top Ten – 2020”). **American Journal of Preventive Cardiology**, p. 100003, 2020.

BAJPAI, P. *Application of biotechnology in chemical industry Biotechnology in the Chemical Industry*. C.6, p, 57-193, 2020.

BAO, Lei et al. Effect of oat intake on glycaemic control and insulin sensitivity: A meta-analysis of randomised controlled trials. **British journal of nutrition**, v. 112, n. 3, p. 457-466, 2014.

BARBA, Francisco J. et al. (Ed.). **Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds**. Woodhead Publishing, 2019.

BARCIA, M.T.; PERTUZATTI, P.B.; BOCHI, V.C.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I.; GODOY, H.T. Effect of drying methods on the phenolic content and antioxidant capacity of Brazilian winemaking byproducts and their stability over storage. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.66, n.8, p. 895-903, 2015b.

BEKELE, Bayu Begashaw. The prevalence of macro and microvascular complications of DM among patients in Ethiopia 1990–2017: Systematic review. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 13, n. 1, p. 672-677, 2019.

BELLUR NAGARAJAIAH, Shyamala; PRAKASH, Jamuna. Nutritional composition, acceptability, and shelf stability of carrot pomace-incorporated cookies with special reference to total and β -carotene retention. **Cogent Food & Agriculture**, v. 1, n. 1, p. 1039886, 2015.

BEZERRA C.V.; RODRIGUES, A.M.C.; SILVA, L.H.M. Nutritional potential of green banana flour obtained by drying in spouted bed. **Revista Brasileira Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v.35, n.4, p.1140-1146, 2013.

BIRKETT, A.M; CHO, S.S. Fibra de cereais e saúde: Conhecimentos atuais. **Cereal Foods World**, v.58 n.6, p. 309 – 313, 2013.

BIRCH, Catherine S.; BONWICK, Graham A. Ensuring the future of functional foods. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 54, n. 5, p. 1467-1485, 2019.

BIELEMANN, Renata M. et al. Consumo de alimentos ultraprocessados e impacto na dieta de adultos jovens. **Revista de Saúde Pública**, v. 49, p. 28, 2015.

BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.2, p.333-339, 2009.

BORGES, J. T. S. et al. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **Boletim do Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 145-162, 2006.

BRAY, Freddie et al. Global cancer transitions according to the Human Development Index (2008–2030): a population-based study. **The lancet oncology**, v. 13, n. 8, p. 790-801, 2012.

BRASIL, **Ministério da Saúde**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 12 de 24 de agosto de 1978.

BRASIL. (MS). *Vigitel: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico*. Brasília, 2015.

BRASIL. **Estratégias para o cuidado da pessoa com doença crônica: diabetes mellitus**. Brasília: Ministério da Saúde, 2013. (Cadernos de Atenção Básica, n. 36).

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Estatística da Produção Agrícola julho de 2017. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/24363-em-abril-ibge-preve-alta-de-2-2-na-safra-de-graos-de-2019>. Acesso em 01 de abril de 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). *Vigitel Brasil 2014: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico* Brasília: MS; 2015.

BUSSE, Maria; SIEBERT, Rosemarie. The role of consumers in food innovation processes. **European Journal of Innovation Management**, 2018.

CAGE, Eilidh; DI MONACO, Jessica; NEWELL, Victoria. Experiences of autism acceptance and mental health in autistic adults. **Journal of Autism and Developmental Disorders**, v. 48, n. 2, p. 473-484, 2018.

CAMPOS, Débora A. et al. Impact of functional flours from pineapple by-products on human intestinal microbiota. **Journal of Functional Foods**, v. 67, p. 103830, 2020.

CANELLA-RAWLS, Sandra. **Espessantes na confeitaria: texturas e sabores**. Editora Senac São Paulo, 2019.

CARDELLO A. V. MEISELMAN H. L. *Contextual Influences on Consumer Responses to Food Products Methods in Consumer Research*. C.1, v. 2, p. 3-54, 2018.

CARLING, Stacy J. et al. Breastfeeding duration and weight gain trajectory in infancy. **Pediatrics**, v. 135, n. 1, p. 111-119, 2015.

CASTRO, Raul. Adição de aveia para reduzir o risco de doença cardiovascular. **Arquivos Latino-Americanos de Nutrição**, v. 70, n. 1, 2020.

CAVENDER, George et al. Effects of different organic weed management strategies on the physicochemical, sensory, and antioxidant properties of machine - harvested blackberry fruits. **Journal of food science**, v. 79, n. 10, p. S2107-S2116, 2014.

CHAVES, J.B.P.; SPROESSER, R.L. **Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: UFV, 81 p. 1993.

CHEN, Jianshe. It is important to differentiate sensory property from the material property. **Trends in Food Science & Technology**, v. 96, p. 268-270, 2020.

CHO, S. S.; DREHER, M. L. **Handbook of Dietary Fiber**. New York, NY: Marcel Dekker, Inc, 2001.

CHONG, Chien Hwa; LAW, Chung Lim. Application of intermittent drying of cyclic temperature and step-up temperature in enhancing textural attributes of dehydrated Manilkara zapota. **Drying Technology**, v. 29, n. 2, p. 245-252, 2011.

CNA - Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Fruticultura. Balanço 2017**. Disponível em:

https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/fruticultura_balanco_2017.pdf

CONTADO, E. W. N. F.; PEREIRA J.; EVANGELISTA, S. R.; JÚNIOR, F. A. L.; ROMANO, L. M.; COUTO, E. M. Composição centesimal da mucilagem do inhame (*Dioscorea spp.*) liofilizado comparado a de um melhorador comercial utilizado na panificação e avaliação sensorial de pães de forma. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, 2009.

COLTRO, L.; KARASKI, T. U. Environmental indicators of banana production in Brazil: Cavendish and Prata varieties. *Journal of Cleaner Production*, v. 207, p. 363-378, 2019.

CORGNEAU, M., GAIANI, C., PETIT, J., NIKOLOVA, Y., BANON, S., RITIÉ-
PERTUSA, LE, L. D.T.L., SCHER, J. Digestibility of common native starches with reference to starch granule size, shape and surface features towards guidelines for starch-containing food products, **International Journal of Food Science and Technology**, 2019.

CORNELL, J. A. Experiments with mixtures: A review. **Technometrics**, Boston, v. 15, n. 3, p. 437-455, 1973.

CORNELL, John A. **Experiments with mixtures: designs, models, and the analysis of mixture data**. John Wiley & Sons, 2011.

CRESTANI, M. et al. Das Américas para o Mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, v.40, n.6, 2010.

DAS,Pabitra Chandra et al. Comparison of the physico-chemical and functional properties of mango kernel flour with wheat flour and development of mango kernel flour based composite cakes. **NFS Journal**, v. 17, p. 1-7, 2019.

DIEZ-GUTIÉRREZ, Lucía et al. Gamma-aminobutyric acid and probiotics: Multiple health benefits and their future in the global functional food and nutraceuticals market. **Journal of Functional Foods**, v. 64, p. 103669, 2020.

DINGSTAD, G. I.; WESTAD, F.; NAES, T. Three case studies illustrating the properties of ordinary and partial least squares regression in different mixture models. **Chemometrics and intelligent laboratory systems**, Amsterdam, v. 71, n. 1, p. 33-45, 2004.

DI MONACO, R., GIANCONE, T., CAVELLA, S., & MASI, P. Predicting texture attributes from 348 microstructural, rheological and thermal properties of hazelnut spreads. **Journal of Texture Studies**, 39 349 (5), 460-479, 2008.

EFSA. Parecer científico sobre a fundamentação das alegações de saúde relacionadas com frutanos do tipo inulina. **Journal EFSA**. V. 9, n 6, p.2244, 2011.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 1999.

ENGLYST, H.N., KINGMAN, S.M., & CUMMINGS, J.H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions, **European Journal of Clinical Nutrition**, v.46, S33eS50, 1992.

ERIKSSON, L.; JOHANSSON, E.; WIKSTRÖM, C. Mixture design – design generation, PLS analysis, and model usage. **Chemometrics and Intelligent Laboratory**, v. 43, p. 1-24, 1998.

ESPARZA, Irene et al. Fruit and vegetable waste management: Conventional and emerging approaches. **Journal of Environmental Management**, v. 265, p. 110510, 2020.

FIDALEO, Marcello et al. Effect of refining degree on particle size, sensory and rheological characteristics of anhydrous paste for ice creams produced in industrial stirred ball mill. **LWT-Food Science and Technology**, v. 79, p. 242-250, 2017.

FDA - FOOD AND DRUG ADMINISTRATION et al. **Good clinical practice**, 1997.

FDA - FOOD AND NUTRITION BOARD. Dietary reference intakes: proposed definition of dietary fiber. Washington: National Academy Press, p.1-64, 2001.

FDA, U. S. et al. Guidance for industry: bioanalytical method validation. <http://www.fda.gov/cder/guidance/4252fnl.pdf>, 2001.

FDA. Food labeling. Health claims: oats and coronary disease. Federal Register, v. 62, n. 15, p. 3583-3601. 1997.

FERGUSON, E. L.; DARMON, N.; FAHMIDA, U.; FITRIYANTE, S.; HARPER, T. B.; PREMACHANDRA, I. M. Design of optimal food-based complementary feeding recommendations and identification of key “problem nutrients” using goal programming. **The Journal of nutrition, Philadelphia**, v. 136, n. 9, p. 2399-2404, 2006.

FONTANELI, R.S. et al. Gramíneas forrageiras anuais de inverno. **FORAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA REGIÃO SUL-BRASILEIRA**. Brasília, DF: Embrapa. p.544. 2 ed., 2012.

FÖSTE, Maïke et al. Fibres of milling and fruit processing by-products in gluten-free bread making: A review of hydration properties, dough formation and quality-improving strategies. **Food chemistry**, p. 125451, 2019.

FUENTES-ZARAGOZA, E.; SÁNCHEZ-ZAPATA, E.; SENDRA, E.; SAYAS, E.; NAVARRO, C.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; PÉREZ-ALVAREZ, J.A. **Resistant starch as prebiotic: A review**. *Starch/Stärke*, v. 63, p. 406-415, 2011.

FULLER, S; BECK, E.; SALMAN, H.; TAPSELL, L. **Novos horizontes para o estudo da fibra alimentar e saúde: uma revisão**. *Alimentos Vegetais para Nutrição Humana*, p.71, pp.1-12, 2016.

GONDIM, Jussara A. Melo et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Food Science and Technology**, v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GONZÁLEZ-MONTEMAYOR, Ángela-Mariela et al. *Prosopis* spp. functional activities and its applications in bakery products. **Trends in Food Science & Technology**, 2019.

GRAMZA-MICHAŁOWSKA, Anna et al. Antioxidative potential, nutritional value and sensory profiles of confectionery fortified with green and yellow tea leaves (*Camellia sinensis*). **Food Chemistry**, v. 211, p. 448-454, 2016.

GREGORY, Katherine et al. Incorporating dextrose gel and feeding in the treatment of neonatal hypoglycaemia. **Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition**, v. 105, n. 1, p. 45-49, 2020.

GHOSH-SWABY, Olivia R. et al. Glucose-lowering drugs or strategies, atherosclerotic cardiovascular events, and heart failure in people with or at risk of type 2 diabetes: an updated systematic review and meta-analysis of randomised cardiovascular outcome trials. **The Lancet Diabetes & Endocrinology**, v. 8, n. 5, p. 418-435, 2020.

GUO, Jiayue; TAN, Libo; KONG, Lingyan. Impacto da ingestão alimentar de amido resistente na obesidade e perfis metabólicos associados em humanos: uma revisão sistemática da literatura. **Revisões críticas em ciência e nutrição de alimentos**, p.1-17, 2020.

GURGEL, G.B. **Aspectos fisiológicos de plantas de abacaxi (ananas comosus L. merrill) sob cultivo hidropônico e convencional associado ao estudo molecular do florescimento. 2017. 15 f.** Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Fisiologia Vegetal) apresentada à Universidade Federal de Lavras, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/ Fisiologia Vegetal. Lavras - MG 2017.

HAUNER, H; BECHTHOLD, A; BOEING, H; BRÖNSTRUP, A; BUYKEN, LESCHIK-BONNET, E; *et al.* Diretriz baseada em evidências da sociedade alemã de nutrição: consumo de carboidratos e prevenção de doenças relacionadas à nutrição. **Anais de Nutrição e Metabolismo**, v.60, S.1, p.1–58, 2012.

HE, Wei; WEI, Cunxu. A critical review on structural properties and formation mechanism of heterogeneous starch granules in cereal endosperm lacking starch branching enzyme. **Food Hydrocolloids**, v. 100, p. 105434, 2020.

HO, Hoang VT et al. The effect of oat β -glucan on LDL-cholesterol, non-HDL-cholesterol and apoB for CVD risk reduction: a systematic review and meta-analysis of randomised-controlled trials. **British Journal of Nutrition**, v. 116, n. 8, p. 1369-1382, 2016.

HOLSCHER, Hannah D. Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. **Gut microbes**, v. 8, n. 2, p. 172-184, 2017.

HORTA, Bernardo L.; LORET DE MOLA, Christian; VICTORA, Cesar G. Long - term consequences of breastfeeding on cholesterol, obesity, systolic blood pressure and type 2 diabetes: a systematic review and meta - analysis. **Acta paediatrica**, v. 104, p. 30-37, 2015.

HOSSAIN, M. A.; RAHMAN, S. M. Total phenolics, flavonoids and antioxidant activity of tropical fruit pineapple. **Food Research International**. v.44, p.672–676, 2011.

IAL - Instituto Adolfo Lutz -São Paulo. Métodos físico-químicos para análise de alimentos/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**. 2008.

IAL - INTITUTO ADOLFO LUTZ; IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos.**IAL, Normas Analíticas**, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS (IBRAF) **Relatório de acompanhamento frutas processadas julho 2008 setorial**. vol.1, p. 73-74. Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/va07-reportagem.pdf> Acessado em 07 nov. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal, 2017.**

IZIDORO, Dayane Rosalyn et al. Avaliação físico-química, colorimétrica e aceitação sensorial de emulsão estabilizada com polpa de banana verde. **Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 67, n. 3, p. 167-176, 2008.

JAEGER, Sara R. et al. Multi-response approaches in product-focused investigations: Methodological variations across three case studies. **Food Research International**, v. 132, p. 109113, 2020.

JÚNIOR, Luciano Queiroz De Araújo. **Planejamento de experimentos no processo de desenvolvimento de produtos.** Simplissimo Livros Ltda, 2016.

KAUR, Gursheen; SINGH, Karuna. Nanotechnology in the Food Sector. In: **Emerging Technologies in Food Science.** Springer, Singapore, p. 15-36, 2020.

KIKULWE, Enoch et al. The extent and determinants of postharvest losses: evidence from the cooking banana value chain in Uganda. **Le Corum, Montpellier-France**, p. 259, 2016.

KILIMO TRUST: *Banana Value Chain(s) in the EAC: consumption, productivity and challenges.* 2012.

KHOOZANI, Amir Amini; KEBEDE, Biniam; BEKHIT, Alaa El-Din Ahmed. Rheological, textural and structural changes in dough and bread partially substituted with whole green banana flour. **LWT**, p. 109252, 2019.

KIM, M. et al. Consumer context-specific sensory acceptance tests: Effects of a cognitive warm-up on affective product discrimination. **Food Quality and Preference**. v.41, p.163– 171, 2015.

KOBUS-CISOWSKA, Joanna et al. Antioxidant properties of extracts from Ginkgo biloba leaves in meatballs. **Meat science**, v. 97, n. 2, p. 174-180, 2014.

KOYRATTY, Bibi Nadia Shaheen; AUMJAUD, Badroonesha; NEELIAH, Shalini Amnee. Food additive control: a survey among selected consumers and manufacturers. **British Food Journal**, 2014.

KUMAR, J.H.A, Piyush et al. Impact of resting time between mixing and shaping on the dough porosity and final cell distribution in sandwich bread. **Journal of Food Engineering**, v. 194, p. 15-23, 2017.

KUMAR, P. Suresh et al. Structural, functional characterization and physicochemical properties of green banana flour from dessert and plantain bananas (*Musa spp.*). **LWT**, v. 116, p. 108524, 2019.

KWAK, H. S. et al. Correlation of liking and disliking measurements in consumer acceptance tests. **Food Quality and Preference**. v.30, p.86–92, 2013.

LARRAURI, José A.; RUPÉREZ, Pilar; CALIXTO, Fulgencio Saura. Pineapple shell as a source of dietary fiber with associated polyphenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, n. 10, p. 4028-4031, 1997.

LATULIPPE, M., MEHEUST, A., AUGUSTIN, L., BENTON, D., BERCIK, P., BIRKETT, A., et al. ILSI Brazil International Workshop on Functional Foods: A narrative review of the scientific evidence in the area of carbohydrates, microbiome, and health. **Food and Nutrition Research**, v.57, p.1–18, 2013.

LAWLESS, H. T. et al. Comparison of the effectiveness of hedonic scales and end-anchor compression effects. **Journal of Sensory Studies**. v.25, p.18-34, 2010.

LEWIS, D. A.; FILDS, W. N.; SHAW, G. P. A natural flavonoid present in unripe plantain banana pulp (*Musa sapientum* L. var. *paradisaisaca*) protects the gastric mucosa from aspirin induced erosion. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 65, p.283- 288, 1999.

LOCKYER, S; NUGENT, A.P. **Health efeitos do amido resistente**. Boletim de Nutrição. Vol. 42, p. 10 – 41, 2017.

MACIEL, LEDA MARIA BRAGA, et al. "Effect of the addition of flaxseed meal of biscuits type in processing cracker/Efeito da adicao de farinha de linhaca no processamento de biscoito tipo cracker." *Alimentos e Nutricao*. **Brazilian Journal of Food and Nutrition**. vol. 19, no. 4, p. 385, 2008.

MACIEL, M. P. R. et al. Estudo da mistura de farinhas de talos de beterraba, flocos de aveia e farinha de trigo e sua influência sob a cor de biscoitos tipo cookies/Study of the mixture of flours of beet stalks, oat flakes and wheat flour and their influence on the color of cookies.**Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20622-20636, 2020.

MALANCHEN, Bruno Eduardo et al. COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES FISIOLÓGICAS E FUNCIONAIS DA AVEIA.**FAG JOURNAL OF HEALTH (FJH)**, v. 1, n. 2, p. 185-200, 2019.

MARCUS, J. B. Life Cycle Nutrition: Healthful Eating Throughout the Ages. Practical Applications for Nutrition. **Food Science and Culinary Professionals. The Science and Practice of Healthy Cooking. Culinary Nutritio**, p. 475-543, 2013.

MCCARTHY, Breda; KAPETANAKI, Ariadne Beatrice; WANG, Pengji. Completing the food waste management loop: Is there market potential for value-added surplus -products (VASP)? **Journal of Cleaner Production**, v. 256, p. 120435, 2020.

MCCLEARY, Barry V.; COLLABORATORS: AMES N COX J IILIAN S JIN Y JOHNSON M MCCARTHY S MCKIE V NISHIBATA T PASTELL H PLANK D SALMAN H SANDERS P SANTI A STEEGMANS M YOSHIDA M. Total dietary fiber (CODEX definition) in foods and food ingredients by a rapid enzymatic-gravimetric method and liquid chromatography: Collaborative study, first action. *Journal of AOAC International*, v. 102, n. 1, p. 196-207, 2017.

MEDINA, V.M.; PEREIRA, M.E.C. Pós-colheita. In: BORGES, A.L. SOUZA. L.S. O cultivo da Bananeira. 1 ed. Cruz das Almas-Ba: **EMBRAPA Mandioca e fruticultura**, v.1, p.209-231, 2004.

MEILGAARD, Morten C.; CARR, B. Thomas; CIVILLE, Gail Vance. **Sensory evaluation techniques**. CRC press, 2006.

MENDES, B. A. B. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha das cascas de abacaxi e de manga**. Dissertação. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Itapetinga-Bahia. 2013.

MÉNDEZ-MONTEALVO, Guadalupe et al. Effect of nixtamalization on morphological and rheological characteristics of maize starch. **Journal of Cereal Science**, v. 48, n. 2, p. 420-425, 2008.

MERRIL, A. L.; WATT, B. K. Energy value of foods: basis and derivation. Washington, DC: **United States Department of Agriculture**, 1973.

MILNER, Laura et al. Physical, textural and sensory characteristics of reduced sucrose cakes, incorporated with clean-label sugar-replacing alternative ingredients. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 59, p. 102235, 2020.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial – Estudos com consumidores**. 2. ed. Viçosa: Ed. UFV, 2010.

MOLIN, V. T. S.D. **Avaliação química e sensorial do grão da aveia em diferentes formas de processamento**. 2011. 16 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) apresentado a Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2011.

MOTA, João de Jesus Oliveira et al. Análise de conteúdos de posts sobre alimentação divulgados por influenciadoras digitais na rede social Instagram. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 14, 2019.

MUIMBA-KANKOLONGO, Ambayeba. **Food Crop Production by Smallholder Farmers in Southern Africa: Challenges and Opportunities for Improvement**. Academic Press, 2018.

MULTARI, Salvatore et al. Identification and quantification of avenanthramides and free and bound phenolic acids in eight cultivars of husked oat (*Avena sativa* L) from Finland. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 66, n. 11, p. 2900-2908, 2018.

NOVAES, Cleber Galvão et al. Otimização de Métodos Analíticos Usando Metodologia de Superfícies de Resposta-Parte II: Variáveis de Mistura. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 2, 2018.

NUGENT, A.P. Health properties of resistant starch. **Nutrition Bulletin**, v. 30, p. 27- 54, 2005.

NUNES, L. S.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C.; ALMEIDA, R. D.; GOUVEIA, D. S. Comportamento reológico de pasta de amido de inhame variedade São Tomé. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, p.141-154, 2010.

OKEZIE, B. O.; BELLO, A. B. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. **Journal of Food science**, v. 53, n. 2, p. 450-454, 1988.

OMS. Organização Mundial da Saúde. Disponível em: <http://www.who.int/portuguese/countries/bra/pt/>

ORMENESE, R. C. S. C. **Obtenção de farinha de banana verde por diferentes processos de secagem e aplicação em produtos alimentícios**. 2010. 182f. Tese (Doutorado em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

O'SULLIVAN, Maurice. **Salt, Fat and Sugar Reduction: Sensory Approaches for Nutritional Reformulation of Foods and Beverages**. Woodhead Publishing, 2020.

PACIULLI, M., RINALDI, M., RODOLFI, M., GANINO, T., MORBARIGAZZI, M., & CHIAVARO, E. Effects of high hydrostatic pressure on physico-chemical and structural properties of two pumpkin species. **Food Chemistry**, 274, 281-290. Available from, 2019.

PANDIT, Pintu et al. Pineapple Leaf Fibre: Cultivation and Production. In: **Pineapple Leaf Fibers**. Springer, Singapore, p. 1-20, 2020.

PATEL, Nashita et al. Mode of infant feeding, eating behaviour and anthropometry in infants at 6-months of age born to obese women—a secondary analysis of the UPBEAT trial. **BMC pregnancy and childbirth**, v. 18, n. 1, p. 1-11, 2018.

PRIDAL, Angela A.; BÖTTGER, Wiebke; ROSS, Alastair B. Analysis of avenanthramides in oat products and estimation of avenanthramide intake in humans. **Food chemistry**, v. 253, p. 93-100, 2018.

PRILL, M. A. S.; NEVES, L. C.; CHAGAS, E. A.; TOSIN, J. M.; SILVA, S. S. Atmosfera modificada e controle de etileno para bananas 'Prata-Anã' cultivadas na Amazônia Setentrional Brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1030-1042, 2012.

PRÉCOMA, Dalton Bertolim et al. Atualização da Diretriz de Prevenção Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia-2019. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 113, n. 4, p. 787-891, 2019.

QI, Xin; TESTER, Richard F. Utilisation of dietary fibre (non-starch polysaccharide and resistant starch) molecules for diarrhoea therapy: A mini-review. **International journal of biological macromolecules**, v. 122, p. 572-577, 2019.

QUIRÓS-SAUCEDA, A. E. et al. Dietary fiber and phenolic compounds as functional ingredients: interaction and possible effect after ingestion. **Food & function**, v. 5, n. 6, p. 1063-1072, 2014.

RAIGOND, Pinky; DUTT, Som; SINGH, Brajesh. Amido resistente em alimentos 28. 2019.

RAMALHO, A.R., VIEIRA, J. R., FERNANDES, C.F., ROCHA, R.B., MARCOLAN, A. L., CASSARO, J. D. Características das cultivares de abacaxizeiros cultivadas no Estado de Rondônia. **Comunicado Técnico 349. EMBRAPA**. Porto Velho, 2009.

RAMOS, D. P.; LEONEL, M.; LEONEL, S. Amido resistente em farinhas de banana verde. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.20, n.3, p. 479-483, 2009.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICEEVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Journal Free Radical Biology & Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999.

RIQUETTE, R.F.R., GINANI, V.C., LEANDRO, E. dos S., ALENCAR, E.R. de, MALDONADE, I.R., AGUIAR, L.A. de, ACÁCIO, G.M. de S., MARIANO D.R.H. & ZANDONADI, R.P. Do production and storage affect the quality of green banana biomass? **LWT - Food Science and Technology**, 111: 190-203, 2019.

RODRIGUES, C. S. C. 2010. A fome oculta. **CERES: Nutrição & Saúde**. São Paulo. v. 5, n.1, p. 49-51, 2010.

RÓZYLO, R. Effect of process modifications in two cycles of dough mixing on physical properties of wheat bread baked from weak flour. **Food and Bioprocess Technology**, 2013.

- SAH, B. N. P. et al. Physicochemical, textural and rheological properties of probiotic yogurt fortified with fibre-rich pineapple peel powder during refrigerated storage. **LWT-Food Science and Technology**, v. 65, p. 978-986, 2016.
- SANTOS, P. dos et al. Influência de pré-tratamentos na cinética de secagem em diferentes temperaturas de banana da variedade terra (Musa Sapientum, Linneo). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 2, p. 218-234, 2010.
- SANYA, Carole AK et al. Effects of plant density and fertilizer formula on physicochemical and sensorial characteristics of pasteurized juice from Perolera sugarloaf pineapples grown in the long rainy season. **NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 92, p. 100320, 2020.
- SARAWONG, C.; SCHOENLECHNER, R.; SEKIGUCHI, K.; BERGHOFER, E.; NG, P. K. Effect of extrusion cooking on the physicochemical properties, resistant starch, phenolic content and antioxidant capacities of green banana flour. **Food Chemistry**, v. 143, p. 33-39, 2014.
- SHARMA, Rakesh et al. Food and nutrition in cancer survivors: LONGLIVE® lifestyle—Current guidelines and mechanisms. In: **Functional Foods in Cancer Prevention and Therapy**. Academic Press, p. 435-470, 2020.
- SIDEL, JOEL L.; STONE, HERBERT. O papel da avaliação sensorial na indústria de alimentos. Qualidade e preferência alimentar, **Elsevier**.v. 4, n. 1-2, p. 65-73, 1993.
- SILVA, A. dos A. et al. Green banana flour as a functional ingredient in food products. **Ciência Rural**, v. 45, n. 12, p. 2252-2258, 2015.
- SILVA, A. L. V., SILVA, E. D. P. O., FONTES, J. M., NUNES, T. C., PONTES, E. D. S., SILVA, W. F., MORA RIBEIRO, D. V. Beta Glucana da Aveia (Avena Sativa) E Sua Relação com o Diabetes Mellitus. **International Journal of Nutrology**, v. 11, 2018.
- SILVA, F.M.A; MENEZES, A. S.; DUARTE, M.F.S. Consumo de frutas e vegetais associado a outros comportamentos de risco em adolescentes no Nordeste do Brasil. **Revista Paulista de Pediatria.**; v.34, n.3, p. 309-315, 2016.
- SILVA, M. V., ROSA, C. I. L. F., VILAS BOAS, E. V. B. Conceitos e métodos de controle do escurecimento enzimático no processamento mínimo de frutas e hortaliças. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.27, n.1, p.83-96, 2009.
- SINDIRAÇÕES - SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. Compêndio brasileiro de alimentação animal, São Paulo, 2005.

SINGH, A.; SHARMA, S. Bioactive components and functional properties of biologically activated cereal grains: a bibliographic review. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** 57(14), pp. 3051e3071, 2017b.

SINGLETON, V.L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R.M. Analysis of Total Phenols and Others Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of FolinCiocalteu Reagent. **Methods in Enzymology**, v. 299, p. 152, 1999.

SIQUEIRA, Kennya Beatriz et al. Custo benefício dos nutrientes dos alimentos consumidos no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 1129-1135, 2020.

SOARES, Jéssica Pazzaro et al. Efeito da adição de proteína do soro do leite como substituto do trigo na formulação de bolos sem adição de açúcar. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Princípios para orientação nutricional no diabetes mellitus. *Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes*, 2019-2020.

SOUZA, A. F.; LEÃO, M. F. Análises dos métodos mais eficientes na inibição do escurecimento enzimático em frutas e hortaliças. **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, 2012.

SOUZA, A.M.; PEREIRA, R.A.; YOKOO, E.M; LEVY, R. B.; SICHIERI, R. Alimentos mais consumidos no Brasil: Inquérito Nacional de Alimentação 2008-2009. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, vol. 47, supl.1, 2013.

SOUZA, M. E.; LEONEL, S.; FRAGOSO, A. M. Crescimento e produção de genótipos de bananeiras em clima subtropical. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 581-591, 2011.

SOYCAN, Gulden et al. Composition and content of phenolic acids and avenanthramides in commercial oat products: Are oats an important polyphenol source for consumers? **Food chemistry: X**, v. 3, p. 100047, 2019.

SRIKAEK K, SANGKHIAW J (2014) *Effects of amylose and resistant starch on glycaemic index of rice noodles*. *Food Sci Technol* V.59, p.1129–1135.

SU, Hongming et al. Pelargonidin-3-O-glucoside derived from wild raspberry exerts antihyperglycemic effect by inducing autophagy and modulating gut microbiota. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 2019.

SUN, Jian et al. High-throughput method for preliminary screening of high dietary fiber rice. **Food chemistry**, v. 300, p. 125192, 2019.

SURESH KUMAR, P. et al. Waste utilization and functional foods from Banana. **Indian Hortic**, v. 63, n. 4, p. 43-6, 2018.

SUROWIEC, Izabella et al. Projetos de subconjuntos generalizados em química analítica. **Química analítica**, v. 89, n.12, p.6491-6497, 2017.

WABY, Anikka M.; AGELLON, Luis B. *Nutrient Quality and Diversity in Foods for Optimal Nutrition*. 2019.

TEIXEIRA, Evanilda; MEINERT, Elza Maria; BARBETTA, Pedro Alberto. **Análise sensorial de alimentos**. Editora da UFSC, 1987.

THOMAS, Michael et al. High levels of avenanthramides in oat-based diet further suppress high fat diet-induced atherosclerosis in Ldlr^{-/-}mice. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 66, n. 2, p. 498-504, 2018.

TOBARUELA, E. C., SANTOS, A. O., ALMEIDA-MURADIAN, L. B. ARAUJO, E. S., LAJOLO, F. M., & MENEZES, E. W. Application of dietary fiber method AOAC 2011.25 in fruit and comparison with AOAC 991.43 method. **Food Chemistry**, v.238, p.87–93, 2018.

TRIGO, João P. et al. High value-added compounds from fruit and vegetable by-products—Characterization, bioactivities, and application in the development of novel food products. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 60, n. 8, p. 1388-1416, 2020.

TUORILA, Hely; HARTMANN, Christina. Consumer responses to novel and unfamiliar foods. **Current Opinion in Food Science**, v. 33, p. 1-8, 2020.

VACLAVIK, V. A.; CHRISTIAN, E. W. Chapter 1: Evaluation of Food Quality. **Essentials of Food Science, Food Science Text Series**. New York: Springer, 2007.

VERNAZA, G.V.; GULARTE, M. A.; CHANG, Y. K. Addition of green banana flour to instant noodles: Rheological and technological properties. **Ciências e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1157-1165, 2011.

VITAL, Ana Carolina Pelaes et al. Consumer profile and acceptability of cooked beef steaks with edible and active coating containing oregano and rosemary essential oils. 2017.

VON LOESECKE, H.W. *Bananas*. New York: Interscience. 2.ed. p.189. 1950.

WHO - World Health Organization. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation**. Geneva: WHO; 2003.

WORCH, Thierry et al. Influence of different test conditions on the emotional responses elicited by beers. **Food Quality and Preference**, v. 83, p. 103895, 2020.

WORLD CANCER RESEARCH FUND/AMERICAN INSTITUTE FOR CANCER RESEARCH (WCRF/AIRC). Food, Nutrition, Physical Activity, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective. **Washington DC: AIRC; 2017.**

XIE, Zhuohong et al. Rapid quantitation of avenanthramides in oat-containing products by high-performance liquid chromatography coupled with triple quadrupole mass spectrometry (HPLC-TQMS). **Food chemistry**, v. 224, p. 280-288, 2017.

YANG, Jun et al. In vitro total antioxidant capacity and anti-inflammatory activity of three common oat-derived avenanthramides. **Food Chemistry**, v. 160, p. 338-345, 2014.

YAO, M., LI, M., DHITAL, S., TIAN, Y., & GUO, B. Texture and digestion of noodles with varied gluten contents and cooking time: the view from protein matrix and inner structure. **Food Chemistry**, 2020.

YASUMATSU, KATSUHARU et al. Propriedades de chicoteamento e emulsificação de produtos à base de soja. **Química Agrícola e Biológica**, v. 36, n.5, p.719-727, 1972.

ZANOTTO, Dirceu Luis; BELLAVAR, Claudio. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: Embrapa-Cnpa, 1996.

ZEITLER P, Fu J, TANDON N, NADEAU K, URAKAMI T, BARRETT T, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines. Type 2 diabetes in the child and adolescent. *Pediatr Diabetes*. 2014;15 Suppl 20 v. 26, p.46, 2014.

ZHANG, Lei et al. Effect of dietary resistant starch on prevention and treatment of obesity-related diseases and its possible mechanisms. **Biomedical and Environmental Sciences**, v. 28, n. 4, p. 291-297, 2005.

ZHANG, Zhongwei et al. Effects of amylose and amylopectin fine structure on sugar-snap cookie dough rheology and cookie quality. **Carbohydrate Polymers**, p. 116371, 2020.

CAPÍTULO II

ARTIGO I

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DE FARINHA DE CASCA DE ABACAXI (*Ananas comosus* L. Merril) E FARINHA DE BANANA VERDE (*Musa spp.*).

Miri, Janice da Costa; Lima, Mayra Conceição Peixoto Martins*, Egea, Mariana Buranelo.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural | Rio Verde - Go | CEP: 75.901-970 – Brasil.

janicenutricionista1@hotmail.com; mayra.martins@ifgoiano.edu.br

RESUMO

Utilizou-se a casca do abacaxi da cultivar Pérola e o fruto da banana verde da cultivar Prata, para produção de farinha, visando agregar valor nutricional em novos produtos alimentícios. Foram analisadas a composição proximal, propriedades tecnológicas, minerais, a estrutura da superfície por microscópio de alta resolução, fenólicos totais e ABTS das farinhas. Destacaram-se os resultados de amido resistente na farinha de banana verde (FBV) 56,77% e fibras alimentares totais 45,82% para farinha de casca de abacaxi (FCA) e 44,38% para farinha de banana verde. O Potássio foi o mineral que teve maior teor (FCA) 6,55% e (FBV) 5,90. A FCA demonstrou ser mais escura e a FBV ser mais clara. A granulometria da FCA demonstrou maior percentual na peneira com abertura de 60 mesh com 41,76% e na FBV 13,94% na peneira com abertura de 28 mesh. A análise de microscopia eletrônica de varredura demonstrou na FCA estruturas irregulares e massa amorfa, na FBV foi possível visualizar as estruturas dos grânulos de amido compactos e aparência oval alongada. O índice de absorção de água na FCA foi de 17,76% e índice de absorção de leite de 33,96. A atividade emulsificante da FCA foi de 14% e na FBV 15% e a estabilidade da emulsão foi de 79,96% para a FCA e 84,68% na FBV. Os resultados encontrados neste estudo mostram que as farinhas elaboradas possuem grande potencial para serem utilizadas como ingredientes funcionais e são favoráveis para o enriquecimento e desenvolvimento de novos produtos alimentícios para diabéticos, sendo agregadas na indústria, como fonte alternativa substituindo a farinha de trigo.

Palavras-chave: Alimentos funcionais; Resíduos; Enriquecimento.

*Autor para correspondência. E-mail: mayra.martins@ifgoiano.edu.br

Artigo a ser submetido ao Journal Of Cereal Science, sendo apresentado segundo as normas de publicação da revista.

DEVELOPMENT AND PHYSICAL, CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF PINEAPPLE PEEL FLOUR (*Ananas comosus* L. Merrill) AND GREEN BANANA FLOUR (*Musa spp.*).

ABSTRACT

In the fruit juice and pulp industry the residue pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) is wasted, but these residues may be dehydrated to produce flour. Banana (*Musa spp.*) is a climacteric fruit and its peel color changes during the ripening period. To reduce losses of the post-harvest fruit and during transportation, bananas can be used in the green ripening stage, in the form of flour. That said, different flours such as pineapple and green banana can be used to nutritionally enrich food products in the food industry. In this study, the pineapple peel of the cultivar Pérola and the fruit of the green banana of the cultivar Prata were used to produce flour in order to be used in new products. Then it was performed the following analyses: proximal composition, technological properties, minerals, surface structure -analyzed using a high-resolution microscope, bioactive compounds and antioxidants. Afterwards, it could be observed that, resistant starch for green banana flour (FBV), 56.77% and total fibers, with 45.82% for pineapple peel flour (FCA) and 44.38% for green banana flour, stood out. The results found in this study showed that the elaborated flours, could have great potential to be used as functional ingredients and are suitable for the enrichment and development of new food products, being added in the industry, as an alternative source to replace wheat flour.

Keywords: Functional foods; By-products; Enrichment.

1 INTRODUÇÃO

Evidências científicas demonstram que o aumento da ingestão dos produtos industrializados com baixo valor nutricional reflete no estado nutricional das crianças, adolescentes e adultos, podendo desenvolver doenças causadas pela falta de nutrientes saudáveis ao longo dos anos (HORTA et al., 2015; CARLING et al., 2015; PATEL et al., 2018).

Nos últimos 20 anos, o número de adultos diagnosticados com diabetes Mellitus (DM) tipo 2 mais do que duplicou (BAYS, 2020), o DM, afeta a cerca de 246 milhões de pessoas em todo o mundo e a previsão é que até 2025, o número de pessoas com diabetes chegue a 380 milhões (BRASIL, 2013).

A conscientização do consumidor atual em busca de benefícios para a saúde através da alimentação, juntamente com novas descobertas das pesquisas com alimentos funcionais e avanços nas tecnologias de processo para incorporá-los com segurança nas formulações de alimentos industrializados aumentou nos últimos anos (SIQUEIRA et al., 2020).

Há grande tendência em muitos estudos em andamento para avaliar os efeitos das propriedades dos alimentos com propriedades funcionais no corpo humano (CHA'VEZ-SALAZAR et al., 2017; KAUR et al., 2020).

O Brasil tem uma legislação definida para alegações de alimentos funcionais e de saúde de componentes nutricionais ou não nutricionais diferenciando o que é aditivo alimentar ou suplemento alimentar de medicamentos com princípios naturais (BRASIL, 1998). Embora não exista uma definição oficial de alimentos funcionais no Brasil, as normas se baseiam no conceito de que alimentos funcionais são alimentos e não medicamentos e, como tal, fazem parte de uma dieta normal e podem ter benefícios relacionados à saúde (AUGUSTIN et al., 2020).

Segundo a RDC nº19 (BRASIL, 1999), o alimento com propriedade funcional é “aquele com relativo papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano”. Alguns ingredientes e/ou alimentos têm suas definições de propriedade funcional padronizada pela ANVISA, incluindo as Fibras Alimentares, que são definidas pela alegação de: “auxiliarem o funcionamento do intestino”, destacando-se um dos requisitos específicos que “Esta alegação pode ser utilizada desde que a porção do produto pronto para consumo forneça no mínimo 2,5 g de fibras, sem considerar a contribuição dos ingredientes utilizados na sua preparação” (BRASIL, 1999).

Os vegetais compõem uma dieta saudável e são fontes de antioxidantes, fibras e micronutrientes (SHARMA et al., 2020). O estímulo para o aumento do consumo de vegetais nos últimos anos, tornou-se prioridade de saúde pública em muitos países (SILVA et al., 2016). De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a recomendação é a ingestão diária de pelo menos quatrocentos gramas de frutas e hortaliças (WHO, 2003).

O Brasil é um dos três maiores produtores de frutas do mundo e a produção em 2017, foi de 43 milhões de toneladas. O abacaxi é um fruto cultivado em mais de 60 países (CNA, 2017). E o abacaxizeiro (*Ananas comosus*) se destaca na produção de frutas tropicais. É uma planta monocotiledônea, herbácea e perene, da família Bromeliácea (GURGEL, 2017). A produção no ano de 2017 de abacaxi, superou 1500 toneladas de frutos. A região nordeste representou quarenta por cento da produção brasileira (IBGE, 2017).

A banana é uma das frutas mais consumidas no Brasil e o cultivo tem se expandido nos últimos anos tendo a produção em 2017 acima de 6 milhões de toneladas do fruto, estando as maiores regiões produtoras no nordeste com 34% da produção e a região sudeste com 33% da produção nacional (SOUZA, M.E. et al., 2011; IBGE, 2017; COLTRO; KARASKI., 2019).

O consumo da banana no estágio de maturação verde não é comum, pela típica dureza e a sua elevada adstringência, porém os produtos de banana verde elaborados estão crescendo por seus benefícios nutricionais e fisiológicos para a saúde humana (RIQUETTE et al., 2019). Na indústria de alimentos, a banana verde pode ser utilizada em forma de farinha (SARAWONG et al., 2014).

A aveia (*Avena sativa L.*) é um cereal que possui elevada quantidade de fibras alimentares, e é consumido de diversas maneiras na forma de farinha ou farelo (MOLIN, 2011).

O processamento de frutas e seus subprodutos para serem utilizados em forma de farinha tem sido de interesse de muitos pesquisadores (SINGH et al., 2017). De acordo com a legislação brasileira as farinhas são definidas por “produtos obtidos de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos” (ANVISA, 2005).

A mistura de farinhas e de ingredientes funcionais para desenvolvimento de produtos de panificação tem crescido muito nas duas últimas décadas, pela preocupação com a saúde dos consumidores (MACIEL et al., 2008; PACIULLI, et al., 2019).

O uso de resíduos de frutas em grande parte desperdiçados criou potencial para o uso sustentável desses materiais comestíveis que possuem altos níveis de atividade antioxidante, compostos fenólicos, fibras alimentares e amido resistente na polpa e nas cascas, sendo excelente fonte de ingrediente nutritivos para a adição ou enriquecimento de alimentos (KHOOZANI et al., 2019).

Objetivou-se com esta pesquisa, elaborar farinha do subproduto da casca do abacaxi da cultivar Pérola e farinha do fruto da banana verde da cultivar Prata. E, após, desenvolver formulações de misturas das farinhas em concentrações diferentes com adição de farinha de aveia, e farinha de trigo integral para preparo de mistura para bolo utilizando o edulcorante xilitol.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos do abacaxizeiro da cultivar Pérola e da bananeira da cultivar Prata, foram adquiridos no mercado local, na cidade de Rio Verde - GO e transportados para o Laboratório de Cereais e Panificação do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde.

Os abacaxis (Figura 19) que tiveram a coroa removida, foram lavados com água corrente e detergente neutro. Em seguida foram separados em 3 lotes e sanitizados em solução de hipoclorito a 200 mg L⁻¹ de cloro residual livre por litro de água por 15 min.

Decorrido este período, os frutos foram descascados utilizando faca inoxidável. As cascas foram picadas em espessura de mais o menos 0,5 cm e comprimento de 5cm, dispostas em assadeiras retangulares perfuradas e levadas para a secagem em forno elétrico industrial com circulação de ar forçada por 8 h em temperatura constante de 70°C.



Figura 19: Abacaxis utilizados na elaboração da farinha da casca do abacaxi.

Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

As bananas verdes foram despencadas e lavadas com água corrente e detergente neutro, selecionadas em 3 lotes observando o estágio de maturação 1 e 2 de acordo com a escala de maturação da banana de Von Loesecke (1950), apresentado na Figura 20, em seguida, foram sanitizados em solução de hipoclorito a 200 mg L⁻¹ de cloro residual livre por litro de água por 15 min, descascadas utilizando faca inoxidável. Foi realizado o branqueamento da polpa das bananas para inibir a atividade enzimática em água em temperatura de 100°C por 3 min, e, após em água gelada por mais 3 min. As bananas foram fatiadas em rodela com espessura de mais ou menos 0,5 cm e dispostas em assadeiras retangulares perfuradas. A secagem foi realizada em forno elétrico industrial com circulação de ar forçada, por 12 h em temperatura constante de 70°C.



Figura 20: Bananas verdes no estágio de maturação 1 e 2 utilizadas na elaboração da farinha de banana verde.

Fonte: Arquivo pessoal, 2019.

Após a secagem, as cascas do abacaxi e o fruto da banana verde foram triturados separadamente em moinho de facas tipo Willye (modelo STAR FT-50 Star FT.50 – Fortinox, SP- Brasil) com peneira de 20 mesh para obtenção de farinha com granulometria uniforme. As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata.

O valor de pH foi determinado de acordo com a metodologia descrita na AOAC (2000), e foi pesado em balança de precisão, 5g de farinha da casca do abacaxi e 5g da farinha de banana verde separadas em béquer e adicionado 50mL de água destilada, após agitação o pH foi determinado pela leitura em potenciômetro digital de bancada (PoliControl Brasil), calibrado com soluções com tampão 7,0 e tampão 4,0.

Para a determinação do °Brix, utilizou-se a metodologia proposta por Cavender et al (2014), foram adicionados 5g da farinha de casca do abacaxi e 5g da farinha de banana verde em 50 mL de água destilada separadas, em um erlenmeyer, a solução foi

submetida a agitação (em agitador magnético por 10 min), e foram efetuadas leituras diretas em refratômetro digital (RI-Chek Reichert).

Na acidez total titulável, utilizou-se a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL -2008). Sendo pesadas 5 g de amostra e transferidas para um frasco de erlenmeyer de 125 mL, diluindo com 50 mL de água destilada. Logo após, foram adicionadas 3 gotas de fenolftaleína (1%) e a titulação ocorreu com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até a obtenção de coloração rósea.

A determinação de umidade foi realizada de acordo com a metodologia da AOAC (2000), em que 3 a 5 g da amostra foram secas a 105°C até atingir o peso constante.

Para as cinzas, após a determinação de umidade, os cadinhos foram colocados na mufla para serem incineradas a 550°C até obter coloração de cinzas claras ou ligeiramente acinzentadas de acordo com a metodologia da AOAC (2000).

A análise de lipídios foi executada pelo Laboratório Exata – Jataí, conforme metodologia do Compendio Brasileiro de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2005) e o resultado expresso em porcentagem de extrato etéreo.

Os teores proteicos foram determinados segundo o método de Kjeldahl, com fator de conversão de 5,70 para trigo e derivados, de acordo com o método da AOAC (2000).

Os carboidratos totais foram obtidos por diferença subtraindo-se de cem os valores obtidos de umidade, cinzas (Resíduos Minerais - Cinzas), lipídios e proteínas, conforme descrito pela ANVISA (2003).

O valor energético total (VET) das farinhas de casca de abacaxi e farinha de banana verde, foi estimado utilizando os fatores para conversão de 4 kcal. g⁻¹ para proteínas e carboidratos, e 9 kcal.g⁻¹ para lipídios, baseada na metodologia proposta por Merril e Watt (1973).

A análise de amido resistente foi realizada pelo Laboratório de Tecnologia de Cereais, Raízes e Tubérculos da Universidade Estadual De Ponta Grossa – PR. E a digestibilidade *in vitro* seguiu a metodologia de Englyst (ENGLYST; KINGMAN; CUMMINGS, 1992) com algumas modificações (DEMIATE et al., 2016; CORNEAU et al., 2019).

A caracterização dos compostos bioativos, fenólicos totais e ABTS, foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos, pertencente ao Instituto de Ciências Exatas e da Terra localizados na Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Araguaia II. A preparação do extrato hidrofílico das farinhas se deu através do emprego de uma

alíquota de 5 g desse produto na extração utilizando mistura de metanol: água: ácido fórmico (50: 48,5:1,5 v⁻¹.v⁻¹.v⁻¹), conforme metodologia descrita por Barcia et al. (2015).

A determinação dos compostos fenólicos totais presentes nas frações hidrofílicas, realizou-se de acordo com o método colorimétrico adaptado de Singleton et al. (1999).

A análise de minerais foi executada pelo Laboratório de Análise Solotech Cerrado – Rio Verde, conforme metodologias Embrapa (1999).

Para avaliar a cor das farinhas seguiu-se metodologia descrita por Das et al., (2019) e foi utilizado o colorímetro (Konica Minolta - Japão), com o sistema CIELab (L * de preto para branco: 0 a 100; + a * para vermelho e - a* para verde; + b * para amarelo e - b* azul). Foi realizada a leitura diretamente no aparelho, em triplicata.

A análise granulométrica foi realizada segundo Zanotto e Bellaver (1996).

A análise microestrutural foi realizada no Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução (LabMic), da Universidade Federal de Goiás, através do Microscópio Eletrônico de Varredura, Jeol®.

Para as análises tecnológicas, foram realizados o índice de absorção de água (IAA), o índice de absorção de óleo (IAO) e o índice de absorção em leite (IAL), a solubilidade em água (SA) e solubilidade em leite (SL) das farinhas determinados segundo metodologia de Okezie e Bello (1988).

A atividade emulsificante (AE) e estabilidade da emulsão (EE) das farinhas foram determinadas segundo a metodologia descrita por Yasumatsu et al. (1972).

A capacidade de formação de gel das farinhas foi determinada de acordo com metodologia descrita por Coffmann e Garcia (1977).

Nas análises estatísticas, foi utilizado o programa Microsoft Excel versão 2010 e os resultados expressos como média ± desvios-padrão em tabelas. As análises foram realizadas em triplicata.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química das matérias-primas para a preparação das farinhas é importante para explicar suas características químicas, de textura e de qualidade no produto elaborado. O resultado das análises de composição proximal, está representado na Tabela 1.

TABELA 1: Análises proximais da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde.

	FCA	FBV
pH	4,04 ± 0,01	5,18 ± 0,01
Sólidos solúveis totais (° Brix)	4,46 ± 0,02	0,62 ± 0,016
Acidez (g 100 g ⁻¹)	3,56 ± 0,10	0,65 ± 0,01
Umidade (g 100 g ⁻¹)	11,80 ± 0,04	4,96 ± 0,04
Cinzas (g 100 g ⁻¹)	4,92 ± 0,03	2,71 ± 0,05
Lipídios (g 100 g ⁻¹)	0,59 ± 0,01	0,43 ± 0,01
Proteínas (g 100 g ⁻¹)	4,16 ± 0,04	2,16 ± 0,14
Carboidratos (g 100 g ⁻¹)	78,53 ± 0,10	89,74 ± 0,22
VET (Kcal)	336,08 ± 0,04	371,50 ± 0,10

FCA (Farinha de casca de abacaxi) FBV (Farinha de Banana Verde); VET (Valor energético total). Os resultados estão representados em média e desvio padrão.

Os valores de pH encontrados neste trabalho variaram de 4,04 g100 g⁻¹ para a FCA, e 5,18 g100 g⁻¹ para FBV. Para a FCA foram relatados valores semelhantes por Selani et al, (2016) pH 4,36 g100 g⁻¹ e Selani et al, (2014) pH 3,86 g100 g⁻¹ na farinha do bagaço do abacaxi. Para a FBV, foi relatado por Kumar et al, (2019) o pH de 5,0 g100 g⁻¹ em farinha de banana verde da variedade Nendran e valor de pH de 5,78 g100 g⁻¹ para variedade Popoulu. Estes valores de pH baixos indicam que o produto é ácido e proporciona maior estabilidade microbiológica, porque grande maioria de micro-organismos não se desenvolve em pH baixo.

O teor de sólidos solúveis totais encontrado na FCA foi de 4,46 °Brix, e na FBV o valor foi de 0,62 °Brix. Estes resultados mostram que a farinha de casca de abacaxi apresenta maior teor de açúcar do que a farinha de banana verde. Valores mais elevados foram determinados Zerihun e Minuye (2019) em farinhas de diferentes cultivares de banana os quais obtiveram valores entre 1,69 °Brix a 24,46 °Brix demonstrando grande diferença significativa entre variedades de bananas. Savlak et al, (2016) relataram teores em farinha de banana verde de 0,52 a 0,74 °Brix, valores próximos aos deste estudo. A formação dos sólidos solúveis pode estar relacionada com as transformações no processo de amadurecimento dos frutos, quanto mais alto o °Brix, mais doce é a fruta (JERONIMO; KANESIRO, 2000; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A acidez encontrada neste estudo foi de 3,56 g100 g⁻¹ para a FCA e 0,65 g100 g⁻¹ para a FBV. Selani et al, (2014) encontrou o valor de 2,01 g100 g⁻¹ em farinha de abacaxi

utilizando a casca e a polpa residual e o valor de acidez de 1,90 g100 g⁻¹. Kumar et al, (2019) relataram valor de acidez de 0,61 g100 g⁻¹ na variedade de FBV Saba e valor de 0,73 g100 g⁻¹ na variedade Popoulu, valores semelhantes aos deste estudo. Estes valores encontrados podem caracterizar estas farinhas como ácidas. De acordo com a literatura, as soluções com pH < 7 a 25°C são ácidas, e pH > 7 são básicas, e pH igual a 7 são neutras (KOTZ et al., 2012). A Resolução 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (BRASIL, 1978), indica o limite máximo de acidez até 4,0 mL de solução N% v/p para farinhas.

A característica ácida nas farinhas de casca de abacaxi e farinha de banana verde pode ser importante parâmetro para reduzir a possibilidade de ataque microbiano, devido ao seu pH ácido ser considerado benéfico para conservação de alimentos (FERNANDES et al., 2008). A acidez das farinhas, FCA e FBV, apresentou resultado compatível com a legislação brasileira, a qual estabelece limite máximo de 5% para acidez de farinhas (ANVISA, 2005).

Para o teor de umidade, os valores encontrados variaram de 11,80 g100 g⁻¹ na FCA e 4,96g100 g⁻¹ na FBV, estes valores estão em conformidade com a legislação vigente, previstas pela RDC nº12 (ANVISA, 2005), que prevê umidade com no máximo 15% para farinhas. Estes resultados demonstram que o processo de secagem aplicado para a obtenção desta farinha foi eficiente e contribui para a conservação do produto tornando-o mais estável, protegendo-o da degradação enzimática e oxidativa. O teor de umidade de farinha de abacaxi encontrado neste estudo foi compatível com o valor relatado por Santos et al (2017) de 11,12 g100 g⁻¹. Já Costa et al. (2007) estudando os parâmetros físico-químicos da farinha obtido dos resíduos de abacaxi, encontraram teor de umidade de 9,92 g100 g⁻¹. Essa diferença de teor de umidade pode ocorrer durante o processo pelos diferentes armazenamentos, a temperatura ambiente e congeladas, após a trituração dos resíduos secos.

Neste estudo, para a farinha de banana verde foi encontrado o teor de umidade de 4,96 g100 g⁻¹, diferente do valor relatado por Segundo et al. (2017), de 11,31 g100 g⁻¹ e 10,33 g100 g⁻¹ e de Savlak et al. (2016) que foi de 8,75 g100 g⁻¹ a 9,07 g100 g⁻¹. Este valor de umidade (4,96 g100 g⁻¹) encontrado na FBV pode ser considerado baixo e pode contribuir para maior conservação do produto, devido a redução da quantidade de água disponível para proliferação dos microrganismos e reações químicas (MENDES et al., 2013). O baixo teor de água das farinhas e a acidez alta, limitam a contaminação por micro-organismos de forma mais eficiente, os valores de umidade abaixo de 15% podem

impossibilitam o crescimento microbiano, reações químicas e reações catalisadas por enzimas, conseqüentemente, as farinhas poderão ser armazenadas por um longo tempo (KOTZ et al., 2012). Valores de umidade acima deste padrão estabelecido favorecem as alterações nas características do produto, tais como: aspecto, sabor, odor, além de ter alterações nutricionais e redução da sua vida de prateleira (ALMEIDA et al., 2017).

Os resultados obtidos para a determinação de cinzas das farinhas foram de 4,92 g100 g⁻¹ para a FCA, e 2,71g100 g⁻¹ para a FBV. Estes valores de cinzas, estão dentro do limite estabelecido pela legislação brasileira para farinhas (máximo 6%) (ANVISA, 2005). A concentração foi mais significativa na farinha de casca de abacaxi. O teor de cinzas encontrado para farinha de casca de abacaxi foi próximo ao encontrado por Martínez et al, (2012) de 4,5 g100 g⁻¹ e menor do que o valor relatado por Selani et al. (2016) que foi de 2,45 g100 g⁻¹. Diferenças na variedade de frutas pode influenciar o teor de cinzas, mas os principais fatores determinantes da concentração mineral nas plantas é o tipo do solo usado para o cultivo (LOMBARDI - BOCCIA et al. 2004). Em FBV, Giraldo-Gómez et al. (2019) relataram teor de 1,77 g100 g⁻¹ em farinha de banana verde comercial. No estudo de Kumar et al. (2019) avaliou-se farinha de cinco variedades de banana verde e relataram teores de 1,86 a 3,25 g100 g⁻¹ de cinzas. Estes resultados confirmam que a variedade da fruta pode influenciar nos teores de cinza das farinhas.

O teor de lipídios encontrado na FCA foi de 0,59 g.100g⁻¹ e 0,43g100 g⁻¹ na FBV, mostrando-se relativamente baixo. Gondim et al. (2005) observaram concentrações de 0,55 g.100g⁻¹, para casca de abacaxi. Selani et al. (2014) relataram o teor de 0,61 g.100g⁻¹ no bagaço do abacaxi, o que está de acordo com os 0,69 g.100g⁻¹ relatados por Sousa et al. (2011) para resíduo de abacaxi obtido em uma indústria de polpa de frutas. Na FBV, Segundo et al. (2017), relataram teores de lipídios de 0,19, 0,18 e 0,25 g.100g⁻¹ inferiores aos encontrados neste estudo. Já no estudo de Menezes et al. (2011), o teor de lipídio encontrado foi de 0,89 g.100g⁻¹, superior ao deste estudo.

Resíduos de frutos apresentam variação muito grande em termos de composição dependendo de fatores de solo, clima favorável e época de amadurecimento do fruto, a qual pode estar diretamente relacionada com as quantidades de cada um dos constituintes presentes, justificando as diferenças apontadas para as farinhas de frutas estudadas. O baixo teor de lipídios pode ser uma boa alternativa para a indústria de alimentos produzirem alimentos com reduzido valor energético de gorduras, inclusive beneficiando consumidores que necessitam baixo aporte de gorduras nas dietas de restrição como os diabéticos.

Os resultados encontrados de proteína neste estudo para a FCA, foram de 4,16 g100 g⁻¹ e na FBV 2,16 g100 g⁻¹. Pode-se observar que os valores se aproximaram aos relatados por Selane et al. (2014) com a fibra de abacaxi, que obteve valor de 4,71 g100 g⁻¹, e no trabalho realizado por Leonel et al. (2014) com farinha de abacaxi o resultado foi de 4,45 g100 g⁻¹. Menezes et al. (2011) relataram teor de proteína de 3,60 g.100g⁻¹ próximo ao encontrado neste estudo para farinha de banana verde, e Moraes Neto et al. (1998) encontraram valores médios de 3,2 g.100 g⁻¹, valores superiores aos encontrados na FBV neste estudo. Boen et al. (2007) comparando o teor de proteína da farinha de trigo 10 g/100 g e o valor mínimo de 7,5 g/100 g, estabelecidos pela ANVISA para a mesma farinha, observaram que o teor proteico encontrado na farinha de banana verde é quase três vezes inferior, quando comparado a outros estudos, e duas vezes menor para o teor mínimo estabelecido pela legislação para a farinha de trigo. Segundo Sousa et al. (2008), as frutas de uma forma geral não são fontes potenciais de proteínas. Valores menores de teor de proteína em farinhas demonstram não ter a capacidade de formar glúten, porém a indústria alimentícia nem sempre necessita de farinhas com alto teor de glúten.

Os valores de carboidratos foram calculados por diferença e variaram de 78,53 g.100 g⁻¹ para a FCA e 89,74 g.100 g⁻¹ para a FBV. Aranha et al. (2017) relataram em farinha de resíduos de frutas, o valor de 30,88%, quantidade menor que encontrado neste estudo. O fruto do abacaxi pode ter diferença em relação a composição centesimal devido a região onde eles foram produzidos (GONDIM et al., 2005). Na FBV, foram encontrados valores semelhantes por Segundo et al. (2016) 87,92g.100 g⁻¹, e por Torres et al. (2005) 91,70 g.100 g⁻¹ em farinha de banana 'Nanicão' verde, valor menor foi encontrado por Damiani, (1989) 76,71 g.100 g⁻¹ na farinha de banana verde do subgrupo Cavendish. De acordo com os valores diários de referência (DRI) estabelecidos pela ANVISA para carboidrato (BRASIL, 2002-2005), as médias dos valores das farinhas deste estudo foram de 34,90-24,16% para a FCA e 39,88-27,61% para a FBV, sendo boa fonte de carboidrato.

O resultado do valor energético total encontrados neste estudo para a FCA foi de 336,08 Kcal, e para a FBV foi de 371,5008 Kcal. Oliveira et al. (2011) encontraram valores superiores 468,05 kcal, aos apresentados neste estudo para a farinha de abacaxi. Borges et al. (2009) constataram na farinha de banana verde valor calórico médio de 373 kcal.100 g⁻¹, semelhante ao encontrado neste estudo.

Essas diferenças podem ser justificadas, principalmente, pela variedade dos frutos, condições climáticas durante a produção e estágio de maturação. Esses aspectos interferem nas características das frutas e, conseqüentemente, nos resultados físico-

químicos delas. Alimentos ricos em carboidratos podem ser utilizados para enriquecer energeticamente a alimentação, seja pelo consumo direto ou por meio da inclusão no desenvolvimento de novos produtos (ABUD; NARAIN, 2009).

O resultado das análises de amido resistente e fibras estão representadas na Tabela 2.

TABELA 2: Determinação amido resistente e fibras da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde.

	FCA	FBV
Amido Resistente (g 100 g ⁻¹)	-	56,77 ± 0,91
Fibra Alimentar Total	45,82 ± 0,40	44,38 ± 1,25
Fibra Alimentar Solúvel	0,69 ± 1,22	1,40 ± 0,45
Fibra Alimentar Insolúvel	45,13 ± 1,13	42,98 ± 0,63

FCA (Farinha de casca de abacaxi) FBV (Farinha de Banana Verde). Os resultados estão representados em média e desvio padrão.

Neste estudo, a FCA não apresentou teores de amido resistente (AR), diferente da FBV que obteve o teor de AR de 56,77 g/100 g⁻¹. Em farinha de banana verde, Englyst et al. (1992) encontraram teores de 57,0 g/100 g⁻¹, próximos ao encontrado neste estudo. Vatanasuchart et al. (2009), em um estudo mais amplo com farinha de banana verde, encontraram valores de AR entre 52,2 a 61,4 g/100 g⁻¹ ao avaliarem farinhas de 11 tipos de cultivares de banana verde. Segundo Rengadu et al. (2020), o AR resiste à hidrólise enzimática e ácida e absorção no trato gastrointestinal superior (intestino grosso) atuando como um prebiótico que estimula o crescimento da microbiota natural. No estudo de Yang et al. (2017), estes relataram que a presença de AR no ambiente intestinal melhora o metabolismo microbiano e aumenta sensibilidade à insulina, e no estudo de Colantonio et al. (2020), foram relatadas evidências de que prebióticos e substâncias com propriedades prebióticas podem melhorar biomarcadores metabólicos e inflamatórios relacionados a Diabetes Mellitus tipo 2 (DM) em mulheres maiores de 18 anos. O AR encontrado na FBV pode ser utilizado para formulações com baixos teores de gordura e açúcar, podendo ser indicado em dietas específicas como diabetes e dietas de controle de peso (HARALAMPU, 2000).

O teor de fibras alimentares totais encontrado neste estudo para a FCA foi de 45,82 g/100g e para a FBV foi de 44,38 g/100g. Martins et al. (2010), estudando a farinha da casca do abacaxi, encontraram 15,70% de fibras totais, valor menor que o encontrado

neste estudo, enquanto Mendes et al. (2013) encontraram 43,38% de fibras totais para casca de abacaxi, sendo este valor próximo ao encontrado neste estudo.

Para a farinha de banana verde resultados inferiores aos encontrados neste estudo foram relatados por Da Mota et al. (2000), 6,0 – 15,5 g/100g para fibra total e 2,10 – 3,05 g/100g para fibra solúvel.

As recomendações dietéticas para o consumo diário de fibras são de 20-40 g ao dia, dos quais aproximadamente 70% devem ser insolúveis e 30% solúveis (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1998). Para ser considerado fonte de fibras o alimento deverá conter na porção do produto pronto para o consumo 3g de fibras quando o alimento for sólido e 1,5 g de fibras quando o alimento for líquido (ANVISA,2008).

Em um estudo recente realizado por Campos et al. (2020), estudando os efeitos das fibras da farinha da casca do abacaxi para o sistema digestivo, mostrou efeito positivo associado a microbiota intestinal, sendo um ingrediente com propriedades funcionais promotoras da microbiota intestinal mais saudável e relevante para aplicação em alimentos funcionais. Outro estudo, em camundongos, realizado por Alvarado-Jasso et al. (2020) com mistura de farinha de banana verde e Agavins, demonstrou que as fibras da dieta elaborada pela mistura, promoveram a fermentação em todo o cólon e mostrou efeito prebiótico que auxilia à saúde.

As frutas possuem compostos bioativos como vitaminam C, carotenoides, flavonoides, antocianinas e fenólicos totais, que apresentam funcionalidade antioxidante (GUO et al. 2003). A determinação de Fenólicos Totais e ABTS das FCA e FBV, estão representadas na Tabela 3.

TABELA 3: Determinação de fenólicos totais e ABTS da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde.

	FCA	FBV
Fenólicos Totais (mg EAG.100g ⁻¹)	0,33 ± 0,08	0,01 ± 0,001
ABTS (µmol de Trolox por g)	7,22 ± 0,86	7,24 ± 0,52

FCA (Farinha de casca de abacaxi) FBV (Farinha de Banana Verde). Os resultados estão representados em média e desvio padrão.

Os valores encontrados nesta pesquisa para o teor de fenólicos totais na FCA foi de 0,33 mg GAE.100g e para FBV 0,01 mg GAE.100g. Para resíduo de abacaxi, Sousa et al. (2011) encontraram o teor de 8,60 mg GAE. 100g e Aranha et al. (2017) em farinha

de resíduos de frutas relataram valor de 0,82 a 1,16 mg GAE. 100g, valores superiores ao encontrado neste estudo.

A concentração e o tipo de substâncias fenólicas nos frutos e resíduos de frutas dependem de vários fatores; diferenças de variedades, maturação e estação; fatores ambientais, como tipo de solo e clima; fatores genéticos e métodos de processamento e extração (MARTINEZ et al, 2012).

Alguns autores relatam que os compostos fenólicos atuam como sequestradores de radicais livres, prevenindo o processo de autoxidação, através de mecanismos, como, por exemplo, a complexação de metais e a inativação de oxigênio singlete; devido a esse processo podem ser capaz de reduzir o risco de doenças, como câncer e aterosclerose, quando adicionados e consumidos na alimentação diária e contínua (NAMIKI, 1990; SHAHIDI et al., 1992; RAMARATHNAM et al., 1995; ADEGOKE et al., 1998; ANGELO; JORGE, 2007).

Para a atividade antioxidante ABTS, foi encontrado neste estudo o valor de 7,22 μmol de Trolox por g para a FCA e 7,24 μmol de Trolox por g para a FBV. Martinez et al. (2012) relataram teor de ABTS para coproduto do abacaxi de 1,7 a 7,7 $\mu\text{M TE/g}$.

Morais et al. (2015), em um estudo avaliando frutas tropicais, relataram que cascas e sementes de frutas têm maior capacidade antioxidante e compostos antioxidantes que as polpas, que são pobres nesses compostos e o método de secagem no forno e a liofilização podem diminuir o composto antioxidante.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados obtidos na determinação de minerais. foram analisados Cobre (Cu), Ferro (Fe) e Zinco (Zn), por espectrofotometria de absorção atômica., Fósforo (P), espectrofotometria com azul de molibdênio, Potássio (K), com fotometria de chama, Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), espectrofotometria de absorção atômica.

TABELA 4. Análises de minerais da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde.

	FCA	FBV
Nitrogênio (g.100g ⁻¹)	0,04 ± 1,34	0,04 ± 1,34
Fósforo (mg.100g ⁻¹)	1,05 ± 0,07	0,75 ± 0,07
Potássio (mg.100g ⁻¹)	6,55 ± 1,06	5,90 ± 1,27
Cálcio (mg.100g ⁻¹)	4,45 ± 0,07	0,35 ± 0,35
Magnésio (mg.100g ⁻¹)	0,85 ± 0,21	0,75 ± 0,21
Enxofre (mg.100g ⁻¹)	0,65 ± 0,07	0,70 ± 0,14
Ferro (mg.100g ⁻¹)	0,09 ± 5,09	0,07 ± 1,13
Manganês (mg.100g ⁻¹)	0,010 ± 5,09	0,004 ± 0,21
Cobre (mg.100g ⁻¹)	0,006 ± 2,19	0,002 ± 0,49
Zinco (mg.100g ⁻¹)	0,002 ± 1,06	0,002 ± 0,14
Boro (mg.100g ⁻¹)	0,026 ± 5,16	0,009 ± 4,38

FCA (Farinha de casca de abacaxi) FBV (Farinha de Banana Verde). Os resultados estão representados em média e desvio padrão.

Dentre os elementos minerais analisados, o Potássio apresentou maiores concentrações, seguido do cálcio, e o que apresentou menor teor foi o cobre, seguido do zinco. O Potássio apresentou teor de 6,55mg.100g⁻¹ para a FCA e 5,90 mg.100g⁻¹ para a FBV. O Cálcio, apresentou na FCA o teor de 4,45 mg.100g⁻¹, e para a FBV 0,35 mg.100g⁻¹. O teor de cobre encontrado nas duas farinhas foi de 0,006 mg.100g⁻¹ para a FCA e 0,002 mg.100g⁻¹ para a FBV. Para o Zinco, o teor encontrado foi de 0,002 mg.100g⁻¹ para as duas farinhas. Sendo assim, o Potássio foi o mineral que apresentou maior concentração nas farinhas, enquanto o Zinco foi o mineral de menor teor.

Gondim et al. (2005) caracterizaram os minerais dos resíduos de abacaxi e encontraram valores maiores que neste estudo, 76,44 Cálcio, 0,11 Cobre, 0,71 Ferro, 26,79 Magnésio, 0,45 Zinco. Na pesquisa de Othman et al. (2011), também relataram resultados maiores do que deste estudo Cálcio 37,34, Cobre 0,23, Ferro 3,12, Magnésio 92,75, Manganês 5,70. Essas diferenças podem ocorrer por causa das metodologias diferentes utilizadas para a análise e frutos cultivados em solos com baixo teor de minerais.

Segundo a RDC n°54 da ANVISA, um produto para ser considerado fonte de determinado mineral, faz-se necessário conter, no mínimo, 15% da DRI de referência por porção e para ser considerado rico deverá possuir, no mínimo, 30% da referência por porção, ou seja, a cada 100mL ou 100g do produto, pronto para o consumo, no caso de

sólidos, deverá conter 15mL ou 15g; 30mL ou 30g, respectivamente (BRASIL, 2012; BRASIL, 2003). A quantidade de minerais preconizada pela DRI é superior ao encontrado neste estudo sendo assim as FCA e FBV, necessitam ser consumidos com outras fontes alimentares para exercerem as funções reguladoras de minerais do organismo.

A primeira impressão que se tem de um alimento é geralmente visual, sendo que a aceitação depende da cor do produto (HECKTHEUER, 1996). Segundo Oliver et al (1993), a cor pode ser influenciada pelos constituintes do grão e processamentos que envolvem a elaboração da farinha e seus derivados. Os valores dos parâmetros de cor das farinhas de casca de abacaxi (FCA) e farinha de banana verde (FBV), estão apresentados na Tabela 5.

TABELA 5. Análise de cor da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde.

	FCA	FBV
L	53,81 ± 1,28	75,01 ± 2,29
a*	5,76 ± 0,15	2,80 ± 0,19
b*	26,82 ± 0,21	15,00 ± 0,25
Hue	77,87 ± 0,35	79,45 ± 0,57

FCA (Farinha de casca de abacaxi), FBV (Farinha de Banana Verde). CIE L* (claridade), CIE a* (+ a* = vermelhidão, -a* = verde) e CIE b* (+ b* = amarelo, -b* = azul), foram lidos usando uma fonte de luz D 65 e ângulo de observação de 2°. Os valores tristimulares das leituras CIE L* a* b* foram calibrados contra uma placa branca padrão (Y = 84,8; x = 0,3185; y = 0,3360). Os resultados estão representados em média e desvio padrão.

Quanto à cor das amostras, a coordenada L* refere-se à luminosidade, coordenada a* refere-se a cromaticidade verde (-) vermelho (+) e a coordenada b* a cromaticidade azul (-) amarelo (+). Valores de L* mais próximos de 100 representam maior luminosidade e mais próximo de 0 representam menor luminosidade (PEREIRA, MINIM, CHAVES, 2007). Sistema CIELAB e roda de cores apresentado na Figura 21 e 22.

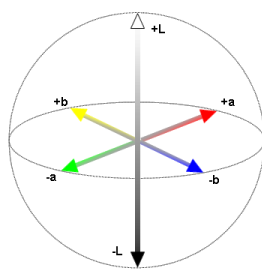


Figura 21: Sistema CIELAB



Figura 22: Roda de cores.

- + L* = Mais claro
- L* = Mais escuro
- + a = Mais vermelho
- a* = Mais verde
- + b* = Mais amarelo
- b* = Mais azul

Cordenadas: L* a* e b*
Hue: representa o tom da cor no ângulo na roda de cores.

A FCA obteve valor de $L^* 53,81 \pm 1,28$, demonstrando ser mais escura que a FBV, que apresentou cor mais clara, com valor de $L^* 75,00 \pm 2,29$. A cor mais clara é um atributo desejável para formulações alimentícias pois, farinhas com cores escuras podem limitar possíveis aplicações alimentares. Andrade et al. (2015) em farinha de casca de abacaxi, obtiveram luminosidade de 23,08 intensidade do vermelho e amarelo de 2,86 e 14,13 respectivamente, Sobrinho, (2014) aferiu resultados mais elevados com a farinha de casca de abacaxi, luminosidade de 71,05, intensidade de vermelho de 3,65 e intensidade de amarelo de 17,08, estes valores diferem dos encontrados neste estudo, possivelmente pelos métodos diferentes de secagem utilizados.

Os resultados do parâmetro a^* para as amostras de FCA foi de $5,76 \pm 0,15$, e para FBV foi de $2,79 \pm 0,19$; estes valores, demonstram tendência ao tom verde. Para os valores de b^* foi observado para FCA o valor de $26,81 \pm 0,21$ com tendência amarela, para FBV o valor de b^* foi de $14,99 \pm 0,25$, com tendência ao tom azul.

O valor do ângulo Hue da FCA foi de $77,87 \pm 0,35$, e para a FBV o valor do ângulo Hue foi de $79,45 \pm 0,57$ demonstrando a tendência ao tom de cor alaranjado.

O atributo cor tem grande impacto na avaliação e aquisição de produtos alimentícios, tanto para o consumidor, quanto para as indústrias de alimentos. Quanto mais clara for a farinha, maior será sua aceitação e interesse, já que ao serem incorporados como ingredientes na elaboração produtos alimentícios, provocará pouca alteração na cor final (CASTILHO, FONTANARI, BATISTUTI, 2010).

Com a análise de granulometria, pode-se encontrar o tamanho da partícula da farinha, e é uma das propriedades físicas mais importantes que afetam o escoamento, além de estar negativamente relacionado à coesividade (KUAKPETTOON et al., 2001) e influenciar o processo tecnológico e as características do produto final (STASIO et al., 2007). Os resultados da análise de granulometria das FCA e FBV estão apresentados na Tabela 6.

TABELA 6. Análises de granulometria da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde.

	FCA	FBV
0 mesh	0,08 ± 0,02	8,88 ± 1,05
28 mesh	2,60 ± 0,49	13,94 ± 0,71
35 mesh	19,10 ± 0,11	6,68 ± 0,61
60 mesh	41,76 ± 0,39	12,86 ± 0,50
80 mesh	23,51 ± 0,07	11,54 ± 0,70
100 mesh	4,75 ± 0,07	4,19 ± 0,89
150 mesh	4,10 ± 0,45	3,22 ± 0,85
200 mesh	3,60 ± 0,51	4,91 ± 0,31

FCA (Farinha de casca de abacaxi), FBV (Farinha de Banana Verde). Os resultados estão representados em média e desvio padrão.

Para o resultado de granulometria, a FCA, apresentou maior percentual de 41,76% retido, na peneira com abertura de 60 mesh, os percentuais das peneiras de abertura de 35 mesh e 80 mesh, também tiveram alto percentual retido respectivamente, 19,11% e 23,51%. A peneira de 0 mesh e 28 mesh, tiveram 0,08% e 2,60% de percentual de FCA retidos respectivamente.

A FBV apresentou o maior percentual de 13,94% retido, na peneira com abertura de 28 mesh, os percentuais das peneiras de abertura de 60 mesh e 80 mesh também tiveram alto percentual retido, respectivamente, 12,86% e 11,54%.

Após a moagem, a padronização da granulometria constitui aspecto importante no preparo de produtos alimentícios derivados de farinhas, tendo em vista que maior uniformidade da granulometria permite a elaboração de um produto final de melhor qualidade sensorial, principalmente, textura, sabor e aspecto visual, pois o alimento absorve água de forma homogênea resultando no cozimento uniforme do produto (SILVA et al, 2009). De acordo com o módulo de finura, as farinhas podem ser classificadas como grossa ($MF \geq 4,10$), média ($MF = 3,20$), fina ($MF = 2,30$) e muito fina ($MF \leq 1,50$) (Ortolan, 2006).

O módulo de finura da FCA encontrado foi de 3,63 sendo classificada entre média e grossa, já o módulo de finura da FBV foi de 3,19 classificada entre média e fina. De acordo com a legislação brasileira, as farinhas de trigo para uso doméstico e industrial devem ter um diâmetro médio de partícula igual ou inferior a 250,00 μm , que equivale a 60 mesh. (INMETRO, 2014). As farinhas com tamanhos de partículas relativamente grandes, é favorável para manutenção das características de hidratação e textura do produto (MARTINEZ et al., 2012).

A Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) é uma importante ferramenta nos estudos das características dos grânulos de amido, fornecendo informações sobre a origem dos grânulos, características de tamanho, diâmetro e informações referentes a sua superfície. Pode ser utilizada para examinar os grânulos sujeitos ao processamento analisando, morfológicamente, se este sofre alguma influência (BENINCA, 2008).

As micrografias da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde estão apresentadas em quatro tipos de aumento (50x, 300x, 1.000x e 2.500x), e podem ser visualizadas pelas Figuras 23 e Figuras 24.

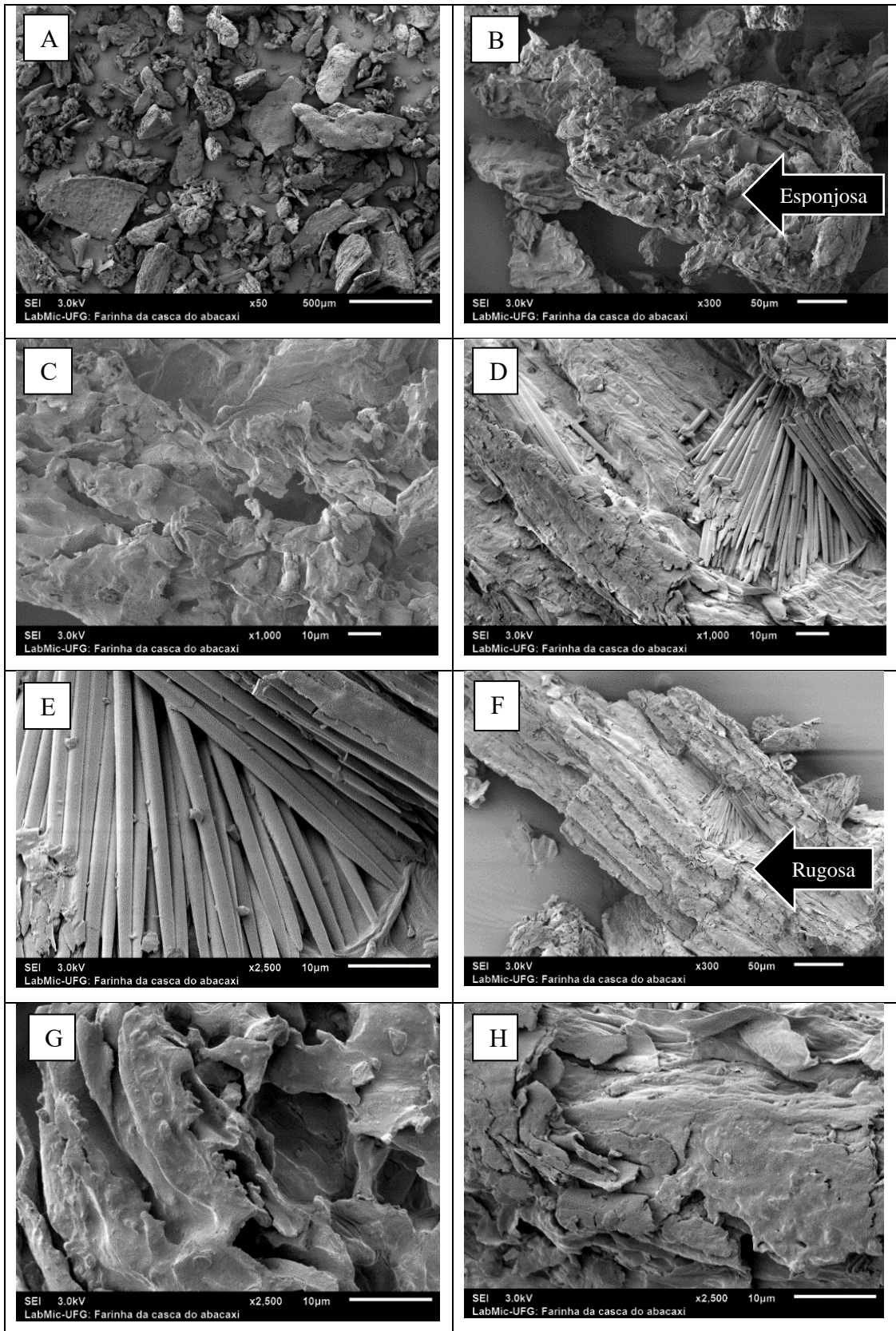


Figura 23 – Microscopia eletrônica de varredura da farinha de casca de abacaxi, em que A = aumento de 50 x, B = aumento de 300 x, C = aumento de 1000 x, D = aumento de 1000 x, E = aumento de 2.500 x, F = aumento de 300 x, G = aumento de 2.500 x e H = aumento de 2500 x.

As fotomicrografias da farinha de casca de abacaxi apresentadas neste estudo, foram obtidas através de microscopia eletrônica de varredura, sob aumentos de 50x, 300x, 1.000x e 2.500x. O tamanho dos grânulos da farinha variou aproximadamente de 500, 50 e 10 μm .

Os corpos de proteínas geralmente possuem formatos esféricos, os grânulos de amido podem apresentar formatos ovais com lipídeos aderidos em sua superfície (DAMODARAN et al., 2018) e as fibras são estruturas porosas e irregulares (SANTANA, GASPARETTO, 2009).

É possível visualizar na FCA, que as estruturas se assemelhavam a uma massa amorfa com estrutura coesa e superfície menos compacta e mais irregular. Essas observações demonstram que a FCA possui pouca quantidade de amido. Observa-se na imagem B a superfície esponjosa e nas imagens D e E a natureza fibrosa e superfície rugosa na imagem F dos materiais, bem como a formação de camadas sobrepostas de fibras. A presença de fibras, com rugosidade em toda a extensão das superfícies, é de grande interesse para a ingestão, pelo efeito fisiológico que auxilia no bom funcionamento do intestino, aumento do bolo fecal, atenuação do colesterol e da glicemia sanguínea (CERQUEIRA et al., 2008).

Brito et al. 2020 relataram em micrografias de farinha de abacaxi que as imagens mostraram diferentes tamanhos de partículas e muitas estruturas fibrosas, bem como partículas globulares, especialmente nas imagens de maior ampliação.

A composição química como conteúdo de fibras, proteínas e amido, pode ser relacionado ao tamanho das partículas das farinhas de frutas e vegetais. Brito et al (2019) estudando frações diferentes de uma farinha de subproduto de frutas e vegetais, concluiu que frações de menor tamanho de partícula possuem menor teor de fibras insolúveis e biopolímeros.

Na Figura 24, observa-se a Microscopia Eletrônica de Varredura da farinha de banana verde.

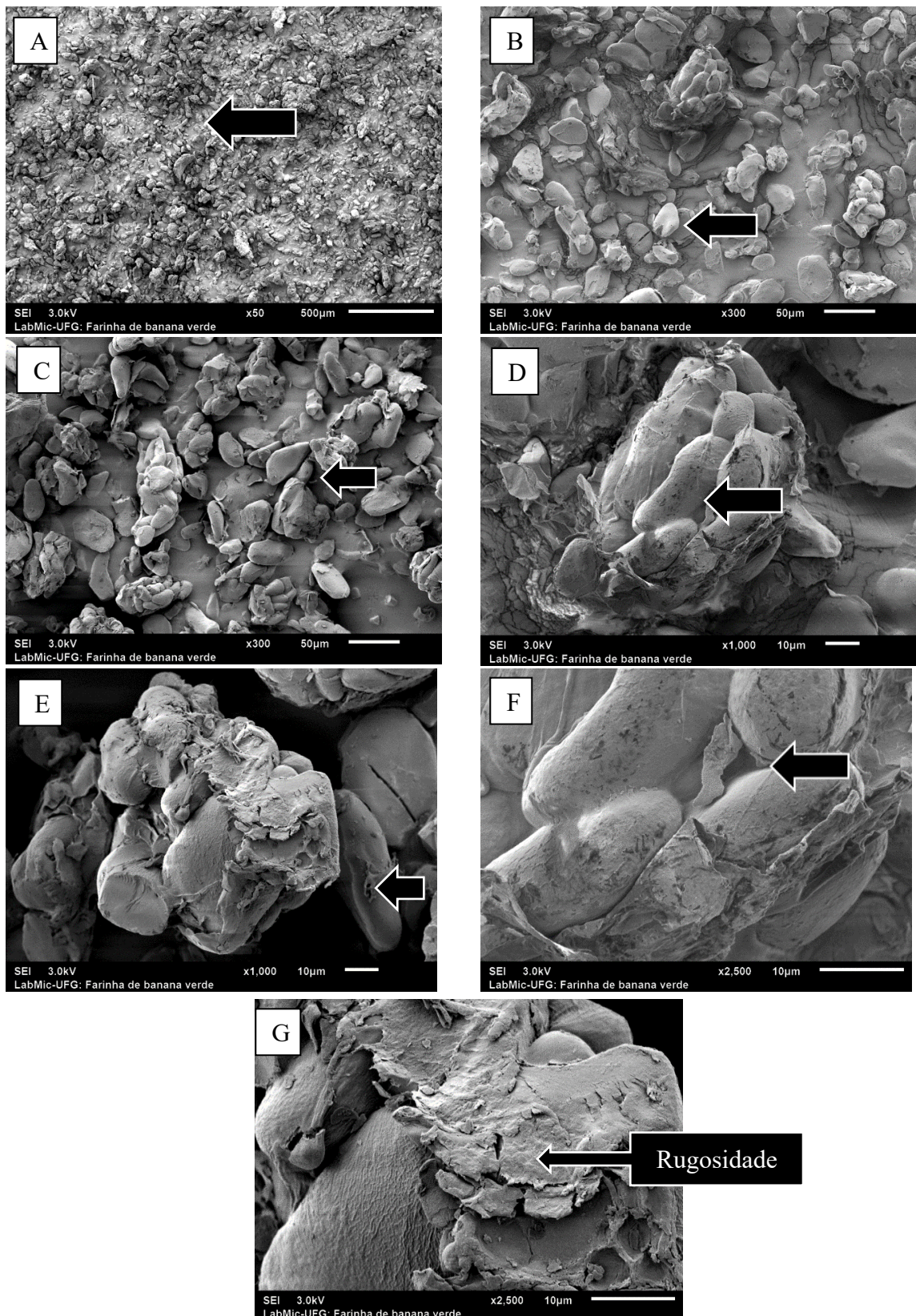


Figura 24 – Microscopia eletrônica de varredura da farinha de banana verde, em que A = aumento de 50 x, B = aumento de 300 x, C = aumento de 300 x, D = aumento de 1000 x, E = aumento de 1000 x, F = aumento de 2.500 x e G = aumento de 2.500 x.

Na Figura 24, pode-se observar as fotomicrografias da farinha de banana verde, obtidas através de Microscopia Eletrônica de Varredura, sob aumentos de 50x, 300x, 1.000x e 2.500x. O tamanho dos grânulos da farinha variou de 500, 50 e aproximadamente 10 μm . É possível visualizar as estruturas dos grânulos de amido na FBV e os efeitos físicos da moagem na redução do tamanho das partículas. Nota-se que a maioria dos grânulos de amido vistos nestas micrografias da FBV, são compactos e com aparência oval alongada como visto nas figuras B e C, estrutura coesa e semelhantes, com alguns orifícios na superfície nas Figuras C, E e F.

Segundo Singh et al. (2003) quando as moléculas de amido são aquecidas, parte da estrutura perde cristalinidade, e as moléculas de água formam pontes de hidrogênio entre a amilose e amilopectina formando as regiões amorfas. Os grânulos de amido podem apresentar diversas morfologias e tamanhos, sendo os de menores tamanhos, uma forma mais arredondada visto na Figura B e os de maiores tamanhos, uma forma mais alongada e achatada como na Figura D.

No processo de retrogradação do amido, as moléculas que são aquecidas formam um gel, ao ser resfriado ocorre formação de ligações de hidrogênio com formação de estrutura cristalina. (YU et al., 2009; JIAMIJARIYATAM et al., 2015). Segundo Zaman e Sarbini, (2016) os fatores estruturais, como morfologia dos grânulos de amido, como forma, tamanho e superfície dos grânulos são algumas das características que influenciam a digestibilidade do amido. Grânulos que são menores e contêm fendas que servem como pontos de entrada para enzimas e ácidos são mais suscetíveis à hidrólise (RAIGOND, EZEKIEL, RAIGOND, 2015).

A retrogradação do amido nas farinhas contribui para as alterações das propriedades de textura (aumento da dureza e diminuição da adesividade) dos produtos alimentícios que poderão ser elaborados com a FCA e FBV. Como visto anteriormente, a amilose tende a causar gelificação ou estar associado a cristalização do amido. As diferenças moleculares concedem o gel característico da estrutura e pode influenciar a solubilidade, afetando textura e sabor dos produtos elaborados com estas farinhas.

Para um novo ingrediente, como as FCA e FBV, ser utilizado na elaboração de produtos alimentícios, características tecnológicas importantes devem ser avaliada, como propriedades de hidratação, emulsificação, formação de espuma, absorção de água e óleo, solubilidade e geleificação que são associadas ao valor nutricional (MIZUBUTI et al., 2000). Os resultados das análises tecnológicas das farinhas estão representados na Tabela 7.

TABELA 7. Análises tecnológicas da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde.

	FCA	FBV
IAA (%)	17,76 ± 1,02	8,19 ± 0,24
IAO (%)	5,00 ± 1,28	4,51 ± 0,54
IAL (%)	33,96 ± 0,70	6,53 ± 0,12
SA (%)	8,32 ± 2,03	1,92 ± 1,71
SL (%)	5,68 ± 6,86	1,40 ± 3,96
AE (%)	14,00 ± 3,41	15,00 ± 2,62
EE (%)	79,96 ± 9,42	84,68 ± 7,97

FCA (Farinha de casca de abacaxi), FBV (Farinha de Banana Verde). Índice de absorção de água (IAA), Solubilidade em água (SA), Índice de absorção em óleo (IAO), Índice de absorção em leite (IAL), Solubilidade em leite (SL), Formação de emulsão (FE), Estabilidade da emulsão (EE). Os resultados estão representados em média e desvio padrão.

O valor encontrado para o índice de absorção de água (IAA) para a FCA foi de 17,76% e a FBV 8,19%. O IAA indica a integridade dos grânulos de amido e a capacidade de absorverem água quando gelatinizados. A absorção de água de farinhas é atribuída ao elevado teor de fibras normalmente encontrado em farinhas de frutas (PORTE et al., 2011).

A alta absorção de água é desejável para a utilização em produtos que se requer boa viscosidade, como sopas, molhos e produtos instantâneos (TORRES et al., 1999) e naqueles que necessitam hidratação e de retenção da umidade em sua estrutura, como os produtos cárneos e de panificação, podendo ainda melhorar o rendimento e modificar a textura (WANG et al., 2006).

A solubilidade em água encontrada neste estudo foi de 8,32% para a FCA e 1,92% para a FBV. Segundo Ferreira et al. (2015), a solubilidade se relaciona à quantidade de sólidos solúveis na amostra. Dependendo da constituição química, da quantidade de grupos hidrofílicos e hidrofóbicos presentes na superfície, dos compostos a serem solubilizados e das interações entre as próprias biomoléculas e entre essas biomoléculas e a água (RIBEIRO, 2003). A solubilidade também pode variar de acordo com a temperatura (AHMED et al., 2015) e quantidade de açúcar nas farinhas (FELISBERTO et al. 2017).

O índice de absorção em óleo (IAO) da FCA foi de 5,00% e para a FBV foi de 4,51%. Segundo Dench et al (1981), a absorção de gordura varia em função do número de grupos hidrofóbicos expostos da proteína e da interação destes com as cadeias

hidrofóbicas da gordura. Alimentos com alto índice de absorção de óleo atuam como retentores de sabor e aprimoram a sensação e o sabor dos alimentos na boca (BOLAJI et al., 2015). Farinhas com alta capacidade de ligação de óleo pode ser usadas na indústria alimentícia para a formulação de produtos na alimentação infantil e esta propriedade é importante para proporcionar ganho de nutrientes e maiores densidades energética em alimentos (SINGH; SHARMA, 2017).

O índice de absorção em leite (IAL) da FCA foi de 33,96% e da FBV foi de 6,53%. A FCA apresentou ser mais solúvel em leite que em água. A absorção de leite é importante quando se pretende elaborar produtos à base de farinhas, como alimentos instantâneos infantis ou sobremesas lácteas, pois permite a rápida homogeneização do produto.

A solubilidade em leite para a FCA foi 5,68% e para a FBV 1,40%. O resultado de solubilidade das farinhas demonstrou maior solubilidade em leite que em água, indicando a aplicação na elaboração de produtos instantâneos como alimentos infantis, sobremesas e produtos à base de leite e na panificação.

O resultado encontrado para a atividade emulsificante da FCA foi de 14% e para a FBV 15%. As propriedades emulsionantes normalmente são influenciadas pela qualidade e quantidade de proteína solúvel das farinhas (SIDDIQ, et al., 2010). E a estabilidade da emulsão para a FCA foi de 79,96% e para a FBV foi de 84,68%. Esse resultado demonstra que as farinhas possuem boa característica tecnológica para serem utilizadas em produtos que necessitam ser aquecidas e refrigeradas.

A capacidade de formação de gel das farinhas de casca de abacaxi (FCA) e farinha de banana verde (FBV), estão apresentados na Tabela 8.

TABELA 8. Capacidade de formação de gel da farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde.

		Capacidade de formação de gel das farinhas									
		Concentração de farinha (g 100mL ⁻¹)									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
FCA		-	-	-	-	-	-	≠	≠	+	+
FBV		-	-	-	-	-	-	-	-	≠	≠

Testes realizados em triplicata. Ausência de gelificação (-); gel frágil (≠); gel resistente (+).

A FCA apresentou capacidade de formação de gel fraco a partir de 14% de concentração de amostra e formou gel forte com 18-20% de concentração de farinha. Já a FBV, apresentou formação de gel fraco 18%-20%, com menor capacidade de formação de gel que FCA. A gelatinização do amido afeta a qualidade do alimento por influenciar

a textura (elasticidade e maciez), digestibilidade, palatabilidade, volume e vida útil dos produtos (CHIANG; JOHNSON, 1977), e pode produzir alterações estruturais significativas, destruindo as cadeias de polímeros e permitindo sua liberação (GÓMEZ; AGUILERA, 1983). Estes resultados mostram que as farinhas possuem potencial de formar gel e podem ser utilizadas em preparações alimentícias de diferentes formas.

As FCA e FBV podem ser adicionadas, dependendo da força do gel, a recheios salgados que seria grande contribuição para o sabor e / ou textura além das propriedades funcionais, em misturas de ingredientes secos como a misturas para bolo ou em alimentos úmidos como iogurtes, molhos e queijos na indústria.

CONCLUSÃO

As farinhas desenvolvidas neste estudo, farinha de casca do abacaxi da cultivar Pérola e farinha de banana verde da cultivar Prata, obtiveram grande potencial a serem produzidas comercialmente.

Possuem alto teor de fibras, além de alto teor de amido resistente (AR) para a farinha de banana verde. Excelentes características nutricionais e tecnológicas foram evidenciadas, justificando uso dessas farinhas em preparações alimentícias com alegação de alimento funcional.

Os produtos elaborados com as farinhas desenvolvidas poderão beneficiar os consumidores que necessitam de alimentos com baixo índice glicêmico (IG), como os portadores de Diabetes Mellitos.

Os resultados apontam para melhor aproveitamento dos resíduos de abacaxi e da banana no estágio de maturação verde. Assim, pode-se dizer que é viável a utilização das farinhas como ingrediente funcional sendo utilizados na elaboração de produtos de panificação como bolos.

A farinha de casca de abacaxi e farinha de banana verde podem ser comercializadas na forma de farinhas ao público consumidor permitindo ampla gama de aplicações em alimentos funcionais.

REFERÊNCIAS

- ABUD, A. K. S., & NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoito: uma alternativa de combate ao desperdício. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.12, nº 4, p. 257-265. 2009.
- ADE. K. D.; LAL, E. A.; RATHID, A. S. Development and Quality Evaluation of Pineapple Pomace And Wheat Bran Fortified Biscuits. *International Journal of Research in Engineering & Advanced Technology*, v.2, n.3, 2014.
- ADEBOWALE, K. O.; AFOLABI, T. A.; OLUOWOLABI, B. I. Functional, physicochemical and retrogradation properties of sword bean (*Canavalia gladiata*) acetylated and oxidized starches. *Carbohydrate Polymers*, v.65, p.93-101, 2006.
- ADEGOKE, G. O.; VIJAY KUMAR, M.; GOLAPA KRISHNA, A. G.; VARADARAJ, M. C.; SAMBAIAH, K.; LOKESH, B. R. Antioxidants and lipid oxidation in food: a critical appraisal. *Journal of Food Science and Technology*, v. 35, n. 4, p. 283-398, 1998.
- AHMED, Jasim; AL-JASSAR, Sarah; THOMAS, Linu. A comparison in rheological, thermal, and structural properties between Indian Basmati and Egyptian Giza rice flour dispersions as influenced by particle size. *Food Hydrocolloids*, v. 48, p. 72-83, 2015.
- ALKARKHI, A. F. M; RAMLI, S. b; YONG, Y. S; EASA, S. Y. Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. *Food Chemistry*, v. 129, p. 312- 318, 2011.
- ALMEIDA, Raphael Lucas Jacinto et al. Análise de granulometria e umidade de farinhas de milho flocada comercializadas na cidade de Campina Grande–PB. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, v. 7, n. 2, p. 185-189, 2017.
- ALVES, G.; PERRONE, D. Breads enriched with guava flour as a tool for studying the incorporation of phenolic compounds in bread melanoidins. *Food Chemistry*, v. 15, n.185, p. 65–74, 2015.
- AMORIM, Q. S. **Resíduos da indústria processadora de polpas de frutas: capacidade antioxidante e fatores antinutricionais**. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2016.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Phenolic compounds in foods: a brief review. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, v. 66, n. 1, p. 232-240, 2007.
- ANVISA - RESOLUÇÃO - CNNPA nº 12, de 1978.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução – RDC nº 263, de 17 de outubro de 2005. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos.

ANVISA - RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA nº 54. Agência Nacional de Vigilância Sanitária de 12 de novembro de 2012.

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

AOAC - Association of Official Analytical Chemists International. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17 ed., Gaithersburg, 2000.

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

ARANHA, Jessica Bomtorin et al. Efeito da radiação gama nos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e compostos fenólicos de farinha de resíduos de frutas durante armazenamento. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.

AUGUSTIN, M. A. et al. Recovery of wasted fruit and vegetables for improving sustainable diets. **Trends in Food Science & Technology**, v. 95, p. 75-85, 2020.

BOEN TR, SOEIRO BT, FILHO ERP, LIMA-PALLONE JA. Avaliação do teor de ferro e zinco e composição centesimal de farinhas de trigo e milho enriquecidas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**. v. 43, n. 2, p.589-596, 2007.

BORGES, A.M; PEREIRA, J; LUCENA, E.M.P. Green banana flour characterization. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n.2, 2009.

BRASIL - Ministério Da Saúde Comissão Nacional De Normas E Padrões Para Alimentos. Resolução nº 12, de março de 1978.

BRASIL. RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial República Federativa do Brasil**, 2003.

BRASIL - RDC nº 216 de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre as Boas Práticas de Manipulação de Alimentos. **Diário Oficial República Federativa do Brasil**, 2004.

BRITO, T. B. N. et al. Chemical composition and physicochemical characterization for cabbage and pineapple by-products flour valorization. **LWT**, p. 109028, 2020.

BRITO, T. B. et al. Fruit and vegetable residues flours with different granulometry range as raw material for pectin-enriched biodegradable film preparation. **Food research international**, v. 121, p. 412-421, 2019.

BULÉON, A.; COLONNA, P.; PLANCHOT, V.; BALLS, S. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Biomacromolecules**, v.23. p.85-112, 1998.

CASTILHO, F; FONTANARI, G.G; BATISTUTI, J.P. Avaliação de algumas propriedades funcionais das farinhas de tremçoço doce (*Lupinus albus*) e feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp) e sua utilização na produção de fiambre. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, nº. 1, p. 68-75, março. 2010.

CAVENDER, G., LIU, M., HOBBS, D., FREI, B., STRIK, B., & ZHAO, Y. Effects of different organic weed management strategies on the physicochemical, sensory, and antioxidant properties of machine-harvested blackberry fruits. **Journal of Food Science**, v. 79, n. 10, p. 2107 - 2116, 2014.

CERQUEIRA, P. M.; FREITAS, M. C. J; PUMAR, M.; SANTANGELO, S. B. Efeito da farinha de semente de abóbora (*Cucurbita maxima*, L.) sobre o metabolismo glicídico e lipídico em ratos. **Revista de Nutrição**, v. 21, n.2, p.129-136 2008.

CHAMP, M.; FAISANT, N. Resistant starch: analytical and physiological aspects. **Bol SBCTA**, v.30, n.1, p.37- 43, 1996.

CHAMP, M.; LANGKILDE, A.M.; BROUNS, F. Advances in dietary fiber characterization. Consumption, chemistry, physiology and measurement of resistant starch; implications for health and food labeling. **Nutrition Research Reviews**, v. 16, p. 143-161, 2003.

CHIANG, B. Y.; JOHNSON, J. A. Gelatinization of starch in extruded products. **Cereal. Food Chemistry**, Saint Paul, v.54, n.3, p.436-443, 1977.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo. 2. ed. Lavras: UFLA, p.783, 2005.

COFFMANN, C. W.; GARCIAJ, V. V. Functional properties and amino acid content of a protein isolate from mung bean flour. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 12, n. 5, p. 473-484, 1977.

COLANTONIO, A. G.; WERNER, S. L.; BROWN, M. The effects of prebiotics and substances with prebiotic properties on metabolic and inflammatory biomarkers in individuals with type 2 diabetes mellitus: A systematic review. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, 2020.

COLTRO, L.; KARASKI, T. U. Environmental indicators of banana production in Brazil: Cavendish and Prata varieties. *Journal of Cleaner Production*, v. 207, p. 363-378, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.258>

COPELAND, L. Structural characterization of wheat starch granules differing in amylase content and functional characteristics. **Carbohydrate Polymers**. v.75, p.705-711, 2009.

CORGNEAU, Magda et al. Digestibility of common native starches with reference to starch granule size, shape and surface features towards guidelines for starch - containing food products. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 54, n. 6, p. 2132-2140, 2019.

COSTA, J. M. C.; FELIPE, É. M. F.; MAIA, G. A.; BRASIL I. M.; HERNANDEZ, F. F. H. Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.2, p.228-232, 2007.

CRESTANI, M. et al. Das Américas para o Mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, v.40, n.6, 2010.

DA MOTA, R.V. LAJOLO, F.M. CIACCO, C. CORDENUNSI, B.R. Composition and Functional Properties of Banana Flour from Different Varieties. **Starch – Biosynthesis Nutrition Biomedical**. v.52, p. 63 – 68. 2000.

DAMIANI, C. R. **Avaliação nutricional e aceitabilidade de alimentos formulados utilizados em programas institucionais**. 1989. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

DEMIATE, I.M. FIGUEROA, A. M. GUIDOLINA, M.E.B.Z. SANTOS, T.P.R. YANGCHENGA, H. Physicochemical characterization of starches from dry beans cultivated in Brazil. **Food Hydrocolloids**.v. 61, p. 812-820, 2016.

DENCH, J. E.; RIVAS, R. N.; CAYGILL, J. C. Selected functional properties of sesame (Sesamun indicum L.) flour and two protein isolates. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Washington, v. 32, n. 6, p. 557-564, 1981.

DAMODARAN, Srinivasan; PARKIN, Kirk L. **Química de alimentos de Fennema**. Artmed Editora, 2018.

EERLINGEN, R.C.; DELCOUR, J.A. Formation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. **Journal of Cereal Science**, v.22, p.129-138, 1995.

EKESA, Beatrice Nakhauka. Selected superfoods and their derived superdiets. In: **Superfood and Functional Food-The Development of Superfoods and Their Roles as Medicine**. IntechOpen, 2017.

ELLEUCH, M., BEDIGIAN, D., ROISEUX, O., BESBES, S., BLECKER, C., & ATTIA, H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation,

technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v.124, p.411–421, 2011.

ENGLYST, H.N.; KIGMAN, S.M; CUMMINGS, J.H. Classification and measurement of nutritionally importante starch fractions. **European Journal Clinical Nutrition, Basingstoke**, v.46, n.2, p. S33-S50, 1992.

FAO (Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas). *FAOSTAT Statistics Database - Agriculture*, 2013.

FELISBERTO, Mária Herminia Ferrari; BERALDO, Antonio Ludovico; CLERICI, Maria Teresa Pedrosa Silva. Young bamboo culm flour of *Dendrocalamus asper*: Technological properties for food applications. **LWT-Food Science and Technology**, v. 76, p. 230-235, 2017.

FERNANDES, A. F. et al. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, sup. 1, p. 56-65, 2008.

FERREIRA, D F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GIRALDO-GÓMEZ, G. I., RODRÍGUEZ-BARONA, S., & SANABRIA-GONZÁLEZ, N. R. Preparation of instant green banana flour powders by an extrusion process. **Powder Technology**, 2019.

GOMEZ, M. H.; AGUILERA, J. M. Changes in the starch fraction during extrusioncooking of corn. **Journal of Food Science**, Campinas, v.48, p.378-381, 1983.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. de F. V.; DANTAS, A. S; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, p. 825-827, 2005.

GUIMARÃES, R. C. A.; FAVORO, S. P.; VIANA, A. C. A.; BRAGA NETO, J. A.; NEVES, A V.; HONER, M. R. Study of the proteins in the defatted flour and protein concentrate of baru nuts (*Dipteryx alata* Vog.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas-SP, v. 32, n. 3, p. 464–470, 2012.

GUO, Changjiang et al. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. **Nutrition research**, v. 23, n. 12, p. 1719-1726, 2003.

HAIDA, K. S.; BARON, A.; HAIDA, K. S.; FACI, D.; HAAS, J.; SILVA, F. J. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de duas variedades de goiaba e arruda. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, ano 9, nº 28, 2011.

HARALAMPU, S.G. Resistant starch – a review of the physical properties and biological impact of RS3. **Carbohydrate Polymers**, v.41, p.285-292, 2000.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. **IAL, Normas Analíticas**, 2008.

IBGE - Produção Agrícola Municipal, 2017. Consultado em 17/09/2018.

IDF Diabetes Atlas. 8a edição. Brussels: International Diabetes Federation; 2017.

INSTITUTE OF MEDICINE. Committee on the use of dietary reference intake in nutrition labeling. Dietary reference intake: Guiding principles for nutritional labeling and fortification, USA, 2003.

JERONIMO, R. F.; KANESIRO, M. A. B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas ‘Palmer’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 2, p. 237-243, 2000.

KAROVICOVÁ, Z. J.; MAGALA, M. Rheological and qualitative characteristics of pea flour incorporated cracker biscuits. Croat. **Journal Food Science Technology**. v.5, p.11-17, 2013.

KIKULWE, Enoch et al. The extent and determinants of postharvest losses: evidence from the cooking banana value chain in Uganda. **Le Corum, Montpellier-France**, p. 259, 2016.

KLEIN, C & HURLBUT, C.S. Manual of Mineralogy. New York, John Wiley & Sons, 21st edition, p.596, 1999.

KOTZ, John C TREICHEL, Paul M TOWNSEND, John. **Química e reatividade química**. Cengage Learning, 2012.

KHOOZANI, Amir Amini; KEBEDE, Biniam; BEKHIT, Alaa El-Din Ahmed. Rheological, textural and structural changes in dough and bread partially substituted with whole green banana flour. **LWT**, p. 109252, 2020.

KUAKPETOON, D.; FLORES, R. A.; MILLIKEN, G. A. Dry mixing of wheat flours: Effect of particle properties and blending ratio. **Lebensmittel Wissenschaft und Technology**. v.34, n.3, p.183-193, 2001.

KUMAR, P. S., SARAVANAN, A., SHEEBA, N., & UMA, S. Structural, functional characterization and physicochemical properties of green banana flour from dessert and plantain bananas (*Musa spp.*). **LWT- Food Science and Technology**, v. 116, 2019.

LAPORNIK, B.; PROSEK, M.; WONDRA, A. G.; Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. **Journal of Food Engineering**, v. 71, p.214–222, 2005.

LEONEL, S.; LEONEL, M.; SAMPAIO, A. C. Processamento de frutos de abacaxizeiro cv Smooth Cayenne: perfil de açúcares e ácidos dos sucos e composição nutricional da farinha de cascas. **Revista Brasileira Fruticultura**. v.36, p.433-439, 2014.

LIAO, H.J.; HUNG, C.C. Chemical composition and in vitro starch digestibility of green banana (cv. Giant Cavendish) flour and its derived autoclaved/debranched powder. **LWT – Food Science and Technology**, v.64, p. 639-644, 2015.

LIMA, A.; SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L.; SILVA, M. J. M.; ANDRADE, T. J. A. S. Caracterização química e nutricional, e capacidade antioxidante in vitro de resíduo de polpa de abacaxi (*Ananas comosus* L). **Nutrire**, v. 34, p.131-131, 2009.

LOMBARDI-BOCCIA G, LUCARINI M, LANZI S, AGUZZI A, CAPPELLONI M. Nutrients and antioxidant molecules in yellow plums (*Prunus domestica* L.) from conventional and organic productions: a comparative study. **J Agric Food Chem**, v. 52, p. 90–94, 2004.

MARTIN, J.G.P., JÚNIOR, M.D.M., ALMEIDA, M.A., SANTOS, T., SPOTO, M.H.F. Avaliação sensorial de bolo com resíduo de casca de abacaxi para suplementação do teor de fibras. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 14 (3):281-287. 2012.

MARTÍNEZ R, TORRES P, MENESES M.A, FIGUEROA J.G, PÉREZ-ÁLVAREZ J. A, VIUDA-MARTOS, M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, v.135, p.1520–1526, 2012.

MARTINS, P. E. S.; PUPO, M. M. S.; SANTOS, E. J.; SANTOS, N. L.; SILVA, E. R. Projeto de viabilidade para implantação de agroindústria de beneficiamento de mandioca para produção de farinha enriquecida com resíduo de polpa de fruta. **Enciclopédia biosfera, centro científico conhecer**, v. 6, p. 1-19, 2010.

MATTOS, L.L.; MARTINS, I.S. Dietary fiber consumption in an adult population. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.34, n.1, p.50-55, 2000.

MELLO, VANESSA D. DE; LAAKSONEN, DAVID E. Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no diabetes melito tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, n. 5, p. 509-518, 2009.

MELO, A.E.; MACIELM.I.S.; DE LIMA, V.L.A.G.; DO NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 44, n.2, p.193-201, 2008.

MELO, P.S.; BERGAMASCHI, K.B.; TIVERON, A.P.; ADNA PRADO MASSARIOLI, A.P.; OLDONI, T.L.C.; ZANUS, M.C.; PEREIRA, G.E.; ALENCAR, S.M. Composição

fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, v.41, n.6, p.1088- 1093,2011.

MENDES, B. A. B. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha das cascas de abacaxi e de manga**. Dissertação. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Itapetinga-Bahia. 2013.

MENEZES, EW, TADINI, CC, TRIBESS, TB ET AL. Chemical Composition and Nutritional Value of Unripe Banana Flour (*Musa acuminata*, var. Nanicão). **Plant Foods Human Nutrition**. v. 66, p.231-237, 2011.

MENON, L.; MAJUMDAR, S. D.; RAVI, U. Mango (*Mangifera indica*L.) kernel flour as a potential ingredient in the development of composite flour bread. **Indian Journal of Natural Products and Resources**. v. 5, p. 75-82, 2014.

MERRILL, A. L.; WATT, B. K. Energy value of foods: Basis and derivation (agriculture handbook no. 74). Washington: US government printing office, 1973.

MIZUBUTI, I. Y.; BIONDO JR, O.; SOUZA, W. O.; SILVA, R. S. S.; IDA, E. I. Propriedades funcionais da farinha e concentrado protéico de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 50, p. 274 – 280, 2000.

MONNIER, L.; MAS, E.; MICHEL, F.; VILLON, L.; CRISTOL, J.P.; COLETTE, C. Activation of oxidative stress by acute glucose fluctuations compared with sustained chronic hyperglycemia in patients with type 2 diabetes. **Journal of the American Medical Association**, v. 295, p. 1681-1687, 2006.

MORAES NETO, J. M. et al. Componentes químicos da farinha de banana (*Musa* spp.) obtida por meio de secagem natural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 2, n. 3, p. 316-318, 1998.

MORAIS, Damila R. et al. Antioxidant activity, phenolics and UPLC–ESI - MS of extracts from different tropical fruits parts and processed peels. **Food Research International**, v. 77, p. 392-399, 2015.

MOURE, A.; CRUZ, J. M.; FRANCO, D.; DOMINGUEZ, J. M.; SINEIRO, J.; DOMINGUEZ, H.; NUNEZ, M. J.; PARAJO, J. C. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**, v. 72, p. 145-171, 2001.

NAMIKI, Mitsuo. Antioxidants/antimutagens in food. **Critical Reviews in Food Science & Nutrition**, v. 29, n. 4, p. 273-300, 1990.

- OKEZIE, B. Onuma; BELLO, A. B. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. **Journal of Food science**, v. 53, n. 2, p. 450-454, 1988.
- ORDONEZ, J. A. Tecnologia de alimentos - Alimentos de origem animal, Vol. 2. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- ORTOLAN, F. Genótipos de trigo do Paraná – Safra 2004: caracterização e fatores relacionados à alteração de cor de farinha. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006.
- OTHMAN O.C. Physicochemical characteristics and levels of inorganic elements in offvine ripened pineapple (*Ananas comosus* L.) fruits of Dares Salaam, Tanzania. **KIST Journal of Science and Technology**, v. 1, p. 23-30, 2011.
- PARK, Y. K.; KOO, M. H.; CARVALHO, P. O. Recentes progressos dos alimentos funcionais. **Boletim da SBCTA**, v. 31, p. 200-206, 1997.
- PACIULLI, M., RINALDI, M., RODOLFI, M., GANINO, T., MORBARIGAZZI, M., & CHIAVARO, E. Effects of high hydrostatic pressure on physico-chemical and structural properties of two pumpkin species. **Food Chemistry**, 274, 281-290. Available from, 2019.
- PAGANI, Maria Ambrogina; BOTTEGA, Gabriella; MARIOTTI, Manuela. Technology of baked goods. In: **Handbook on sourdough biotechnology**. Springer, Boston, MA, p. 47-83, 2013.
- PEREIRA, J.M.A.T.K; MINIM, V.P.R; CHAVES, J.B.P. Avaliação sensorial e instrumental do esbranquiamento superficial de mini-cenouras durante o armazenamento. **Revista Alimentação e Nutrição**, v.18, nº.3, 2007.
- PORTE, A.; SILVA, E. F.; ALMEIDA, V. D. S.; SILVA, T. X.; PORTE, L. H. M. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucurbita* sp). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande-PB, v. 13, n. 1, p. 91-96, 2011.
- QUEIROZ, E. R.; ABREU, C. M. P; SANTOS, C. M.; SIMÃO, A. A. Composição química e fitoquímica das farinhas da casca e da semente de lichias (*Litchi chinensis* Sonn) cultivar ‘Bengal’. **Ciência Rural**, v. 45, n. 2, p.329-334, 2015.
- QUIRÓS-SAUCEDA, A. E. et al. Dietary fiber and phenolic compounds as functional ingredients: interaction and possible effect after ingestion. **Food & function**, v. 5, n. 6, p. 1063-1072, 2014.

RAIGOND, Pinky; EZEKIEL, Rajarathnam; RAIGOND, Baswaraj. Resistant starch in food: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 10, p. 1968-1978, 2015.

RAMARATHNAM, N.; OSAWA, T.; OCHI, H.; KAWAKISHI, S. The contribution of plant food antioxidants to humans health. **Trends Food Science Nutrition**, v. 6, n. 3, p. 75-82, 1995.

RENGADU, D., GERRANO, A. S., & MELLEEM, J. J. Physicochemical and structural characterization of resistant starch isolated from *Vigna unguiculata*. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2020.

RIQUETTE, R.F.R., GINANI, V.C., LEANDRO, E. dos S., ALENCAR, E.R. de, MALDONADE, I.R., AGUIAR, L.A. de, ACÁCIO, G.M. de S., MARIANO D.R.H. & ZANDONADI, R.P. Do production and storage affect the quality of green banana biomass? **LWT - Food Science and Technology**, 111: 190-203, 2019.

RODRÍGUEZ, P. O; PÉREZ, L. A. B; SILVA, P. C. F; RIVERA, M. M. S; BASTIDA, C. A. R. Physicochemical properties and metabolomic profile of gluten-free spaghetti prepared with unripe plantain flours. **LWT** v. 90, p. 297-302, 2018.

SANTANA, Maristela de Fátima Simplicio de et al. Microestrutura da fibra alimentar do albedo de laranja: um estudo por técnicas físicas e análise de imagens. **Food Science and Technology** (Campinas), 2009.

SANTOS, C.C.S. GUIMARÃES, P.B. RAMOS, S.A. CAPOBIANGO. M. Determination of centesimal composition of flour obtained from the bark of pineapple. **Sinapse Múltipla**, v.6, p.341-344, 2017.

SARDÁ, F.A.H.; GIUNTINI E.B. Identification of carbohydrate parameters in commercial unripe banana flour. **Journal of Functional Foods**, v. 24, p. 63-74, 2016.

SAVLAK, N., TURKER, B., YESILKANAT, N. Effects of particle size distribution on some physical, chemical and functional properties of unripe banana flour. **Food Chemistry** v. 213, p.180-186, 2016.

SEGUNDO, C. ROMAN, L., GÓMEZ, M., MARTINEZ, M.M. Mechanically fractionated flour isolated from green bananas (*M. cavendishii* var. *nanica*) as a tool to increase the dietary fiber and phytochemical bioactivity of layer and sponge cakes. **Food Chemistry**. 2017.

SELANI, M. M.; BRAZACA, S. G. C.; DIAS, C. T. S.; RATNAYAKE, W. S.; FLORES, R. A.; BIANCHINI, A. Characterisation and potential application of pineapple pomace in an extruded product for fibre enhancement. **Food Chemistry**, Elsevier, 2014.

SELANI, M. M., BIANCHINI, A., RATNAYAKE, W. S., FLORES, R. A., MASSARIOLI, A. P., DE ALENCAR, S. M., & CANNIATTI BRAZACA, S. G. Physicochemical, Functional and Antioxidant Properties of Tropical Fruits Co-products. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 71, n. 2, p. 137–144, 2016.

SHAHIDI, Fereidoon; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D. Phenolic antioxidants. **Critical reviews in food science & nutrition**, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.

SHARMA, A.; YADAV, B.S.; RITIKA. Resistant starch: physiological roles and food applications. **Food Reviews International**, v. 24, p. 193-234, 2008.

SHARMA, Rakesh et al. Food and nutrition in cancer survivors: LONGLIVE® lifestyle—Current guidelines and mechanisms. In: **Functional Foods in Cancer Prevention and Therapy**. Academic Press, p. 435-470, 2020.

SILVA, A. F. V. et al. Análise de diferentes marcas de farinhas de trigo: Teor de acidez, cor e cinzas. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, Brasil, v. 5, n. 1, p.18-22, 2015.

SILVA, R. F.; ASCHERI, J. L. R.; PEREIRA, R. G. F. A.; MODESTA, R. C. D. Aceitabilidade de biscoitos e bolos à base de arroz com café extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 1-5, 2009.

SILVA-SÁNCHEZ, C.; GONZÁLEZ-CASTANHEDA, J.; LÉON-RODRÍGUEZ, A.; BARBA DE LA ROSA, A. P. Functional and rheological properties of amaranth albumins extracted from two mexican varieties. **Plant Foods for human nutrition**, Heidelberg, v. 59, n. 4, p. 169-174, 2004.

SINGH, A.; SHARMA, S. Bioactive components and functional properties of biologically activated cereal grains: a bibliographic review. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.** 57(14), pp. 3051e3071, 2017b.

SOUZA, MWS de; FERREIRA, Tatiane BO; VIEIRA, Ionara FR. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 33-36, 2008.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; DA SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Revista Ciência Agrotécnica**, v. 35, p. 554-559, 2011.

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

STASIO, M. D.; VACCA, P.; PICIOCCHI, N.; MECCARIELLO, C.; VOLPE, M. G. Particle size distribution and starch damage in some soft wheat cultivars. **International Journal of Food Science and Technology**. v.42, p.246- 250, 2007.

STORCK, C. R.; BASSO, C.; FAVARIN, F. R.; RODRIGUES, A. C. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 4, p. 277-284, 2015.

SUSTER PM: Carbohydrates and distary fiber.In: von Eckardstein A. Aterosclerose: Diet and Drugs. Handbook Experimental Pharmacology. v. 170: p.231. **Springer**, 2005.

TAVARES, J. A. S.; SOARES JÚNIOR, M. S.; BECKER, F. S.; COSTA, E. E. Mudanças funcionais de farinha de arroz torrada com micro-ondas em função do teor de umidade e do tempo de processamento. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 42, n. 6, p. 1102–1109, 2012.

THOMAS M.S. WOLEVER D.M. Carbohydrate and the Regulation of Blood Glucose and Metabolism. **Nutrition Reviews**. 2008.

TORRES, L. G. et al. Efeito da umidade e da temperatura no processamento de farinha de banana verde (*Musa acuminata*, grupo AAA) por extrusão termoplástica. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 2, p. 273-290, 2005.

VATANASUCHART, N.; NIYOMWIT, B.; WONGKRAJANG, K. Resistant starch contents and *in vitro* starch digestibility of Thai satarchy foods. **Kasetsart Journal: Natural Science**, Bangkok, v.43, p.178-186, 2009.

VON LOESECKE, Harry Willard. **Bananas; chemistry, physiology, technology**. 1950.

ZANOTTO, Dirceu Luis; BELLAYER, Claudio. **Método de determinação da granulometria de ingredientes para uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: Embrapa-Cnpsa, 1996.

ZERIHUN, Mulate; MINUYE, Masresha. Physicochemical Profiling of Different Released and Improved Desert and Cooking Banana Varieties. **Bioprocess Engineering**, v. 3, n. 2, p. 12-21, 2019.

YASUMATSU, Katsuharu et al. Whipping and emulsifying properties of soybean products. **Agricultural and Biological Chemistry**, v. 36, n. 5, p. 719-727, 1972.

YU, Shifeng; MA, Ying; SUN, Da-Wen. Impact of amylose content on starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. **Journal of Cereal Science**, v. 50, n. 2, p. 139-144, 2009.

ZAMAN, Siti A.; SARBINI, Shahrul R. The potential of resistant starch as a prebiotic. **Critical reviews in biotechnology**, v. 36, n. 3, p. 578-584, 2016.

ZHANG, G. E HAMAKER, B. R. Slowly digestible starch: concept, mechanism and proposed extended glyceimic index, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v.49, p.852-867, 2009.

CAPÍTULO III

ARTIGO II

MISTURA PARA BOLO COM ADIÇÃO DE FARINHA DA CASCA DO ABACAXI PÉROLA (*Ananas comosus L. Merril*), FARINHA DE BANANA VERDE PRATA (*Musa spp.*) E FARINHA DE AVEIA BRANCA (*Avena sativa L.*).

Miri, Janice da Costa; Lima, Mayra Conceição Peixoto Martins*, Egea, Mariana Buranelo.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural | Rio Verde - Go | CEP: 75.901-970 – Brasil.

janicenutricionista1@hotmail.com; mayra.martins@ifgoiano.edu.br

RESUMO

Altos níveis de açúcares e gorduras em misturas para bolo comerciais prejudicam o controle glicêmico de portadores de Diabetes Mellitus tipo 2 ocasionando aumento do índice de mortalidade provocado pela má alimentação. Com o propósito de pesquisar ingredientes e elaborar um novo produto comercial para o público diabético, foi desenvolvido neste estudo formulações de mistura para bolo adicionadas de farinha de casca de abacaxi, farinha de banana verde e farinha de aveia. Diferentes concentrações foram utilizadas na mistura de farinhas, sendo padronizado 60% farinha de trigo integral e 40% a mistura de farinhas. O edulcorante xilitol foi utilizado na preparação substituindo a sacarose que proporcionou a cor da crosta desejada e caramelização pela reação de Maillard durante o forneamento. As amostras de bolo obtiveram cerca de 0,26 a 1,42 mL 100g⁻¹ de acidez, 28,32 a 32,13 g 100g⁻¹ de umidade, 1,74 a 2,41 g 100g⁻¹ de cinzas, 0,89 a 1,10 g 100g⁻¹ de proteína e 6,95 a 8,05 de pH. Em relação a textura dos bolos, a formulação com 50% de farinha de casca de abacaxi e 50% farinha de banana verde demonstrou ser mais firme e a formulação com 66% farinha de aveia e 16% farinha de casca de abacaxi mais 16% farinha de banana verde demonstrou ser mais macia, provavelmente pela mistura das farinhas funcionais, que resulta em um bolo com estrutura estável. A análise sensorial revelou que os bolos apresentaram índice de aceitabilidade excelente acima de 70%, e a intenção de compra demonstrou que a maioria dos julgadores comprariam todas as formulações testadas. Na avaliação do índice de aceitabilidade a formulação com 100% farinha de banana verde obteve valores acima de 86%, sendo avaliada esta formulação com os melhores resultados.

Palavras-chave: Edulcorantes; Mistura para bolo; Alimento Funcional.

CAKE MIX WITH PEARL PINEAPPLE FLOUR (*Ananas comosus L. Merrill*), SILVER GREEN BANANA FLOUR (*Musa spp.*) AND WHITE OAT FLOUR (*Avena sativa L.*).

ABSTRACT

High levels of sugars and fats in commercial cake mixes affect the glycemic control of patients with type 2 Diabetes Mellitus causing an increase in the mortality rate for those who already have comorbidities caused by poor diet. With the purpose of researching ingredients and elaborating a new commercial product for the diabetic public, cake mix formulations were developed with the addition of pineapple peel flour, green banana flour and oat flour with different concentrations using 60% of whole wheat flour and 40% of the flours mixture and the sweetener xylitol. The cake samples obtained the following physical and chemical characterization, about 0.26 to 1.42 mL 100g⁻¹ acidity, 28.32 to 32.13 g 100g⁻¹ moisture, 1.74 to 2.41 g 100g⁻¹ ash, 0.89 to 1.10 g 100g⁻¹ protein and 6.95 to 8.05 pH. For the crust color using xylitol as a substitute for sucrose, the desired color and caramelization were obtained by the Maillard reaction during the baking process. Regarding to the cakes texture the formulation with 50% pineapple peel flour and 50% green banana flour proved to be firmer and the formulation with 66% oatmeal and 16% pineapple peel flour plus 16% of green banana flour proved to be softer, probably due to the mixture of functional flours, which results in a cake with a stable structure. The sensory evaluation revealed that the cakes had an excellent acceptability index above 70%, and the purchase intention demonstrated that the majority of the judges would buy all the tested formulations. In the evaluation of the acceptability index, the formulation with 100% green banana flour obtained values above 86% for aspects of appearance, aroma, flavor and texture, and this formulation was evaluated with the best results.

Keywords: Sweeteners; Cake mix; Functional food.

1 INTRODUÇÃO

A má alimentação é uma das principais causas de risco para as doenças crônicas não transmissíveis (DC), sendo responsável por 71% das mortes de pessoas em todo o mundo com previsões de aumento segundo a Organização Mundial da Saúde.

A incidência de diabetes no mundo é alarmante (HSU, et al., 2019). O Diabetes Mellitus tipo 2 é uma doença metabólica decorrente da redução da ação e da secreção de insulina, caracterizando-se por um quadro de hiperglicemia. De acordo com Alloubani et al. (2018) recorrentes níveis elevados de glicose no sangue após a alimentação, têm sido associados ao aumento de risco das doenças cardiovasculares e insuficiência renal. A necessidade de alimentos que auxiliam no controle do índice de glicemia para diabéticos tem impulsionado vários estudos para o desenvolvimento de novos produtos com ingredientes funcionais (SILVA et al., 2020).

Os alimentos funcionais podem ser estabelecidos como aqueles que proporcionam benefícios para a saúde além da nutrição básica, incluindo os alimentos fortificados, enriquecidos ou melhorados que têm influência benéfica para a saúde, quando consumidos como parte de uma dieta variada (DAS et al., 2020).

Os bolos são produtos assados apreciados pelos consumidores e são disponíveis em todo o mundo. O consumo global de bolos é estimado a cerca de 4500 mil toneladas por ano; no Brasil, o consumo é de 33 mil toneladas de bolos por ano (ABIMAPI, 2016).

O abacaxi (*Ananas comosus L. Merril*) se destaca entre as frutas tropicais no Brasil, onde a produção no ano de 2017, superou 1.500 toneladas de frutos. A região nordeste representou 40% da produção brasileira de abacaxi (IBGE,2019).

A banana (*Musa spp.*) é uma das frutas mais consumidas no Brasil (BORGES et al., 2019), seu cultivo tem se expandido nos últimos anos e a produção em 2017, foi de 465.434 hectares com produção de 6.675.100 toneladas do fruto. A produção brasileira de banana por região corresponde a 34% na região nordeste e 33% na região sudeste (IBGE,2019).

A aveia é uma gramínea anual pertencente ao gênero *Avena sativa*. No Brasil os estados que mais produzem são o Rio Grande do Sul e Santa Catarina. A aveia possui elevado teor proteico, lipídico e fibra alimentar, além de ser também uma ótima fonte de minerais, manganês, magnésio e ferro (DE MORI et al., 2012).

A farinha da casca do abacaxi é um ingrediente alimentar rico em fibras e pode ser incorporado nos mais diversos alimentos, em substituição parcial à farinha de trigo (MAJERSKA et al., 2019; KOWALSKA et al., 2017).

A farinha de banana verde é uma importante fonte de amido resistente (AR), a cerca de 50% do amido presente na banana verde é constituído de AR (CHÁVEZ-SALAZAR et al., 2017).

A aveia branca (*Avena sativa L.*) é um cereal de importante valor nutricional, que pode ser empregada na elaboração de produtos de menor valor calórico e como fonte de fibras alimentares, atendendo às características de alimento funcional (SMULDERS et al., 2018). A farinha de aveia é utilizada em preparações alimentícias como espessante proporcionando textura cremosa e macia e é estável na elaboração de tortas, bolos e em produtos de panificação, pois não diminui o volume dos assados como as outras gomas (WEBSTER, 2016). Os benefícios atribuídos à fibra solúvel da aveia na redução de colesterol e como alimento funcional tem ampliado o interesse pelo consumo do cereal e incrementado a oferta de produtos com adição de fibra de aveia (DE MORI et al., 2012).

A farinha da casca do abacaxi, a farinha de banana verde e a farinha de aveia são alternativas que podem ser incorporadas em formulações alimentícias proporcionando o aumento das propriedades tecnológicas e funcionais em produtos de panificação tais como bolos, pães e cookies (PIOVESSANA et al., 2013; COELHO e WOSIACKI, 2010; MULLEN, 2015).

Nos últimos anos, a ingestão de açúcar foi restringida pelas pessoas pelo aumento da conscientização sobre a saúde, grande parte da população passou a não usar o açúcar convencional e utilizar adoçantes de baixa caloria ou zero caloria (PHILIPPE et al., 2014). Os edulcorantes são aditivos alimentares funcionais usados em alimentos e bebidas desde muitos anos. Dentre os edulcorantes artificiais mais comuns temos os polióis de açúcar, como xilitol, sorbitol, eritritol e manitol, que têm propriedades únicas de doçura com baixa contribuição calórica (HERNÁNDEZ-PÉREZ, 2020).

Para portadores de diabetes, há poucas opções de mistura para bolo disponível no mercado. Um novo produto como a mistura para bolo que seja atrativo, auxilie no controle, possua fibras e amido resistente para que possa ser consumido com regularidade, motivou o desenvolvimento desta pesquisa. Neste estudo, foram elaboradas dez formulações de mistura para bolo utilizando para o preparo das formulações de mistura 60% farinha de trigo integral e 40% diferentes porções de farinhas de: farinha da casca de abacaxi, farinha de banana verde e farinha de aveia. No preparo das formulações de

bolo foi utilizando o edulcorante xilitol e realizado análises físico-químicas e análise sensorial para verificar a aceitação e a intenção de compra do produto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o planejamento experimental, foi utilizado o delineamento de misturas tipo Simplex Centroide de acordo com procedimentos descritos por Cornell (1973), com variação das porcentagens em concentração da farinha da casca do abacaxi (FCA), da farinha de banana verde (FBV) e farinha de aveia (FA), sobre as propriedades tecnológicas de mistura para bolo. Na formulação padrão foi utilizado 60% de farinha de trigo integral. O planejamento experimental com os teores determinados para cada ingrediente em concentração real (g do componente por 100 g de mistura) e pseudocomponentes estão representados no Quadro 1.

Delineamento de Misturas - Simplex Centroide						
FORMULAÇÕES	FCA		FBV		FA	
	Pseudo	Real (%)	Pseudo	Real (%)	Pseudo	Real (%)
1	1	100	0	0	0	0
2	0	0	1	100	0	0
3	0	0	0	0	1	100
4	0,5	50	0,5	50	0	0
5	0,5	50	0	0	0,5	50
6	0	0	0,5	50	0,5	50
7	0,333333	33,33333	0,333333	33,33333	0,333333	33,33333
8	0,666667	66,66667	0,166667	16,66667	0,166667	16,66667
9	0,166667	16,66667	0,666667	66,66667	0,166667	16,66667
10	0,166667	16,66667	0,166667	16,66667	0,666667	66,66667

Quadro 1. Planejamento de misturas tipo Simplex Centroide da formulação da mistura de FCA, FBV e FA. * Foram realizadas três repetições do experimento. Fonte: STATSOFT (2004). $1FCA+2FBV+3FA = 1$ ou 100%.

Foram realizados testes para determinar uma formulação padrão de bolo (Figura 25) e através do delineamento das misturas de farinhas o planejamento das dez formulações de bolo foi elaborado.



Figura 25: Bolo padrão.
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

➤ **Elaboração das Misturas de Farinhas para Desenvolvimento de Bolo**

As formulações das misturas para bolo foram desenvolvidas segundo ensaios realizados previamente, e tiveram proporções padrão de 60% farinha de trigo integral e 40% a mistura das farinhas de acordo com o delineamento, e foram pesados segundo as suas proporções reais (Quadro 1).

A formulação padrão foi desenvolvida com 125 g das farinhas adicionado de 50g de ovos, 50g de margarina, 120g de xilitol, 125g de leite e 8g de fermento em pó químico e foram homogeneizados em batedeira planetária apresentados nas Figuras 26 e 27. Cada formulação do delineamento da mistura para bolo, foi elaborada separadamente desde a pesagem dos ingredientes até o forneamento completo dos bolos.



Figura 26: Ingredientes da mistura para bolo.
Fonte: Arquivo pessoal (2019).



Figura 27: Homogeneização dos ingredientes.
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

A assadeira utilizada foi enfarinhada com farinha de trigo integral e margarina como mostra a Figura 28, foram determinadas formas padrão para o assamento dos bolos e o peso padrão de 450g para cada formulação da massa antes de ir ao forno.



Figura 28: Forma enfarinhada e padronizada.
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Os bolos foram assados em forno elétrico industrial (Metvisa, Brasil), em temperatura de 170°C, por 30 min cada formulação, como mostra a Figura 29.



Figura 29: Assamento dos bolos.
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Após o assamento, aguardou-se 20 min para os bolos serem desenformados, como mostra a Figura 30.



Figura 30: Bolos desenformados.
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Os bolos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido (isopor), sobre papel toalha e embalados em plástico filme para as análises posteriores. As análises de acidez (IAL, 2008), cinzas (AOAC, 2000), umidade (AOAC, 2000), proteína (AOAC, 2000), pH (AOAC, 2000), cor, volume específico e textura dos bolos foram realizadas no mesmo dia do preparo dos bolos em triplicata. Para a análise de acidez total titulável presente nos bolos, foi utilizada a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). A cor dos bolos foi determinada utilizando o colorímetro (Konica Minolta - Japão), com o sistema CIELab (L * de preto para branco: 0 a 100; + a * para vermelho e - a* para verde; + b * para amarelo e - b* azul). Foi realizada a leitura diretamente no aparelho, em triplicata. O volume específico foi realizado por deslocamento de sementes de painço pelo método Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Methods (AACC, 2000). A textura foi realizada em texturômetro (TEXTURE ANALYZER, U.S.A); amostras dos bolos, sem a crosta, foram cortados em 03 pedaços cilíndricos de 2,5cm de diâmetro, submetidos ao teste de resistência à compressão TPA em 2 ciclos, com a carga de célula de 25000g, auxílio do probe cilindro TA4/100, a uma tensão sobre 30% da amostra, força de contato de 0,10N, e velocidade do teste 2,0 mm/s.

A escolha das formulações fundamentou-se em mistura para bolo com textura macia apreciada pelos consumidores, rica em amido resistente e fibras. Para a escolha das três formulações dos bolos que foram destinadas para a análise sensorial, foram analisados os parâmetros de menores valores de dureza na análise de textura e maior quantidades de amido resistente e fibras nas formulações, de acordo com a FCA e FBV.

As análises das formulações dos bolos foram realizadas em triplicata e os valores médios avaliados por análise de variância (ANOVA) e pelo teste de Tukey para comparação de médias entre as amostras ao nível de 5% de significância, utilizando software estatístico SISVAR[®] versão 6.0.

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Controle Higiênico-Sanitário de Alimentos (LaCHSA) da Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Goiás (FANUT/UFG), segundo as normas estabelecidas pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n. 331 de 23 de dezembro de 2019. Foi avaliado qualitativamente e quantitativamente o perfil microbiológico *Escherichia coli* por grama de amostra, de *Estafilococos Coagulase* positiva por grama de amostra, de *Bacillus Cereus* presuntivo por grama de amostra, *Salmonella sp.* ausência em 25g, Bolores e leveduras por grama de amostra (BRASIL, 2019).

A análise sensorial consistiu em avaliar três amostras provenientes de três formulações das misturas para bolo segundo os parâmetros de textura (dureza) dos bolos e a quantidade de farinhas utilizadas nas formulações observando maior teor de fibras e amido resistente nos bolos. Foram analisados quanto aceitação e intenção de compra. Todas as amostras foram identificadas por códigos de forma aleatória com três dígitos e foram analisados atributos como aparência, aroma, sabor e textura. Foi servido um copo de água mineral em temperatura ambiente para que cada provador pudesse realizar o enxágue da boca entre um intervalo de uma amostra e outra como mostra a Figura 31.



Figura 31: Amostra da análise sensorial.
Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Para participação na pesquisa todos os provadores assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE-Apêndice A). A pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética do IF Goiano e aprovada em 05 de julho de 2019 com número do parecer: 3.440.073.

A análise sensorial foi realizada em cabines individuais, numeradas no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, apresentado na Figura 32 e 33.



Figura 32: Cabines individuais.
Fonte: Arquivo pessoal (2020).



Figura 33: Amostras a serem entregues aos participantes.
Fonte: Arquivo pessoal (2020).

Participaram dessa análise 100 provadores não treinados, de ambos os sexos, com idade entre 18 a 47 anos.

O Índice de Aceitabilidade (IA) de cada formulação foi calculada de acordo com Dutcosky (2011) o produto que atingir um percentual igual ou maior que 70% é considerado aceito pelos provadores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As misturas para bolo elaboradas podem ser observadas na Figura 34. Diferenças evidentes quanto à aparência pode ser observadas entre os bolos que contêm diferentes farinhas e misturas de farinhas.



Figura 34: Aparência das dez formulações de mistura para bolo.
Fonte: Arquivo pessoal (2020).

As amostras de bolo produzidas com as formulações de mistura de farinha foram analisadas para diferentes componentes (acidez, cinzas, umidade, proteína e pH). Os resultados das análises estão apresentados na Tabela 9.

TABELA 9: Análises proximais das formulações de bolo.

TRATAMENTOS	Acidez (mL 100g ⁻¹)	Umidade (g 100g ⁻¹)	Cinzas (g 100g ⁻¹)	Proteína (g 100g ⁻¹)	pH
FCA100	1,42 ± 0,01 ^a	30,98 ± 1,79 ^a	2,14 ± 0,08 ^{ab}	0,89 ± 0,06 ^a	6,95 ± 0,10 ^b
FBV100	0,34 ± 0,05 ^d	30,42 ± 1,68 ^a	2,41 ± 0,47 ^a	0,90 ± 0,02 ^a	7,83 ± 0,08 ^c
FA100	0,26 ± 0,06 ^d	29,00 ± 2,11 ^a	1,74 ± 0,05 ^b	1,10 ± 0,05 ^a	8,05 ± 0,03 ^a
FCA50FBV50	0,87 ± 0,05 ^e	32,15 ± 1,40 ^a	1,95 ± 0,03 ^{ab}	1,06 ± 0,08 ^a	7,12 ± 0,05 ^g
FCA50FA50	0,80 ± 0,07 ^e	28,49 ± 0,84 ^a	1,98 ± 0,03 ^{ab}	1,03 ± 0,04 ^a	7,19 ± 0,01 ^{fg}
FBV50FA50	0,27 ± 0,04 ^d	28,58 ± 1,42 ^a	1,91 ± 0,03 ^b	1,03 ± 0,10 ^a	7,82 ± 0,06 ^c
FCA33FBV33FA33	0,79 ± 0,02 ^e	29,18 ± 1,50 ^a	1,88 ± 0,11 ^b	0,95 ± 0,08 ^a	7,44 ± 0,06 ^d
FCA66FBV16FA16	1,17 ± 0,05 ^b	32,13 ± 1,01 ^a	1,91 ± 0 ^b	0,95 ± 0,08 ^a	7,25 ± 0,02 ^{efg}
FCA16FBV66FA16	0,74 ± 0,11 ^e	28,32 ± 2,93 ^a	1,93 ± 0,09 ^b	1,02 ± 0,18 ^a	7,34 ± 0,07 ^{def}
FCA16FBV16FA66	0,52 ± 0,06 ^c	30,11 ± 0,57 ^a	1,79 ± 0,06 ^b	1,03 ± 0,13 ^a	7,42 ± 0 ^{de}

FCA100 (100% Farinha Casca Abacaxi),FBV100 (100% Farinha Banana Verde), FA100 (100% Farinha Aveia), FCA50FBV50 (50% Farinha Casca Abacaxi e 50% Farinha Banana Verde), FCA50FA50 (50% Farinha Casca Abacaxi e Farinha Aveia 50%), FBV50FA50 (50% Farinha Banana Verde e 50% Farinha de Aveia), FCA33FBV33FA33 (33,33% Farinha Casca Abacaxi, 33,33% Farinha Banana Verde e 33,33% Farinha Aveia), FCA66FBV16FA16 (66,66% Farinha Casca Abacaxi, 16,66% Farinha Banana Verde e 16,66% Farinha Aveia), FCA16FBV66FA16 (16,16% Farinha Casca Abacaxi, 66,66% Farinha Banana Verde e 16,16% Farinha Aveia), FCA16FBV16FA66 (16,16% Farinha Casca Abacaxi, 16,16% Farinha Banana Verde e 66,66% Farinha Aveia). * Média de resultados com três repetições. Os valores apresentados se referem à média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre tratamentos (p<0,05).

As amostras de bolo continham a cerca de 0,26 a 1,42 mL 100g⁻¹ de acidez, 28,32 a 32,13 g 100g⁻¹ de umidade, 1,74 a 2,41 g 100g⁻¹ de cinzas, 0,89 a 1,10 g 100g⁻¹ de proteína e 6,95 a 8,05 de pH.

Para o teor de acidez, a amostra de bolo FCA100 apresentou maior teor com valor de 1,42 mL 100g⁻¹, seguido pela amostra FCA66FBV16FA16 com valor de 1,17 mL 100g⁻¹ e amostra FCA16FBV16FA66 com teor de 0,52 mL 100g⁻¹ apresentando diferenças significativas entre as formulações de mistura para bolo ao nível de 5%. Se verificar a porcentagem de farinhas das duas primeiras formulações de mistura, pode-se afirmar que são as formulações que possuem maior teor de FCA e a terceira formulação maior teor de farinha de aveia.

Para a umidade das amostras de bolo a formulação FCA50FBV50 obteve maior valor de 32,15 g 100g⁻¹, seguido da formulação FCA66FBV16FA16 com valor de 32,13 g 100g⁻¹. Nas diferentes formulações de bolo não houve diferenças significativas no teor de umidade ao nível de 5%.

Para o valor de cinzas das amostras de bolo, a formulação que apresentou mais teor foi a FBV100 que apresentou 2,41 g 100g⁻¹ de cinzas, seguido pela formulação FCA100 que apresentou 2,14 g 100g⁻¹.

A proteína das amostras de bolos não obteve diferença significativa ao nível de 5%, sendo a amostra FA100 com 1,10 g 100g⁻¹ o maior teor, seguido pela amostra FCA50FBV50 com teor de 1,06 g 100g⁻¹. Isso se deve ao teor de proteína das farinhas utilizadas nas formulações serem semelhantes.

O pH da amostra FA100 obteve o maior teor de 8,05, seguido 7,82 da amostra FBV50FA50. Verifica-se que houve diferença significativa entre as análises de acidez, cinzas, e pH, enquanto as análises de proteína e umidade não apresentaram diferença significativa em nível de 5%.

Valores diferentes que os encontrados neste estudo para umidade, proteína e cinzas foram relatados por Segundo et al. (2020), em estudos com bolos de farinha de banana verde (*Musa Cavendishii* var. *Nanica*), relataram valores de umidade variando de 18,77 a 20,18 g 100g⁻¹, valores de proteína variando de 4,62 a 7,37 g 100g⁻¹ e valores de cinzas variando de 1,23 a 1,52 g 100g⁻¹, e outro estudo de Erukainure et al. (2014) em pesquisa com bolo enriquecido com fibras encontraram a umidade de 10,49 g 100g⁻¹, cinzas 2,97 g 100g⁻¹ e proteína de 12,48 g 100g⁻¹.

A farinha de trigo é o elemento fundamental na indústria de panificação, por possuir propriedades únicas de formação de uma rede de glúten forte e coesa, capaz de

reter os gases formados durante a fermentação, garantindo as características próprias do bolo (FELLOWS, 2017). Novas pesquisas com diferentes farinhas estão sendo estudadas para produzir produtos de panificação de alto valor nutricional (PASCARI et al., 2020). As propriedades físico-químicas das farinhas de banana verde e farinha de casca de abacaxi utilizadas na produção da mistura para bolo deste estudo demonstraram ter boas propriedades tecnológicas para serem utilizadas na elaboração de produtos de panificação.

Na Tabela 10 estão apresentados os resultados dos parâmetros instrumentais de cor dos bolos.

TABELA 10: Resultados dos parâmetros instrumentais de cor (L*, a* e b*), Cromo e o °Hue das formulações dos bolos.

TRATAMENTOS	L	a*	b*	C	H
FCA100	34,14 ± 5,36 ^a	7,96 ± 3,34 ^a	21,63 ± 4,83 ^a	23,01 ± 3,98 ^b	23,01 ± 14,09 ^b
FBV100	45,82 ± 5,86 ^a	10,87 ± 4,56 ^a	20,86 ± 1,78 ^a	23,77 ± 3,50 ^{ab}	23,77 ± 8,88 ^{ab}
FA100	49,88 ± 2,52 ^a	11,93 ± 1,19 ^a	27,18 ± 0,54 ^a	29,89 ± 0,74 ^a	29,89 ± 2,12 ^a
FCA50FBV50	38,35 ± 5,31 ^a	8,93 ± 3,85 ^a	23,05 ± 3,31 ^a	25,05 ± 1,44 ^{ab}	25,05 ± 11,63 ^{ab}
FCA50FA50	42,10 ± 3,58 ^a	8,02 ± 1,21 ^a	26,85 ± 2,56 ^a	28,16 ± 1,99 ^{ab}	28,16 ± 4,35 ^{ab}
FBV50FA50	49,75 ± 8,65 ^a	8,87 ± 4,18 ^a	22,71 ± 1,58 ^a	24,57 ± 3,17 ^{ab}	24,57 ± 7,53 ^{ab}
FCA33FBV33FA33	43,92 ± 5,45 ^a	8,38 ± 4,70 ^a	25,07 ± 0,69 ^a	26,68 ± 2,39 ^{ab}	26,68 ± 8,92 ^{ab}
FCA66FBV16FA16	40,55 ± 5,12 ^a	8,95 ± 4,54 ^a	25,30 ± 2,32 ^a	27,17 ± 0,59 ^{ab}	27,17 ± 10,83 ^{ab}
FCA16FBV66FA16	43,57 ± 9,35 ^a	8,46 ± 4,86 ^a	21,81 ± 0,73 ^a	23,71 ± 1,33 ^{ab}	23,71 ± 11,36 ^{ab}
FCA16FBV16FA66	48,07 ± 9,81 ^a	8,82 ± 5,31 ^a	23,45 ± 1,43 ^a	25,44 ± 1,27 ^{ab}	25,44 ± 12,04 ^{ab}

FCA100 (100% Farinha Casca Abacaxi),FBV100 (100% Farinha Banana Verde), FA100 (100% Farinha Aveia), FCA50FBV50 (50% Farinha Casca Abacaxi e 50% Farinha Banana Verde), FCA50FA50 (50% Farinha Casca Abacaxi e Farinha Aveia 50%), FBV50FA50 (50% Farinha Banana Verde e 50% Farinha de Aveia), FCA33FBV33FA33 (33,33% Farinha Casca Abacaxi, 33,33% Farinha Banana Verde e 33,33% Farinha Aveia), FCA66FBV16FA16 (66,66% Farinha Casca Abacaxi, 16,66% Farinha Banana Verde e 16,66% Farinha Aveia), FCA16FBV66FA16 (16,16% Farinha Casca Abacaxi, 66,66% Farinha Banana Verde e 16,16% Farinha Aveia), FCA16FBV16FA66 (16,16% Farinha Casca Abacaxi, 16,16% Farinha Banana Verde e 66,66% Farinha Aveia).). CIE L* (claridade), CIE a* (+ a* = vermelhidão, -a* = verde) e CIE b* (+ b* = amarelo, -b* = azul), foram lidos usando uma fonte de luz D 65 e ângulo de observação de 2°. Os valores tristimulares das leituras CIE L* a* b* foram calibrados contra uma placa branca padrão (Y = 84,8; x = 0,3185; y = 0,3360). Os valores apresentados se referem à média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferenças significativas entre tratamentos (p<0,05).

Para os parâmetros de cor L^* , a^* e b^* das formulações de bolo não houve diferenças significativas ao nível de 5%. Os valores de L^* foram de 34,14 a 49,88 indicando que todas as amostras eram mais próximas do preto, os valores de a^* indicaram a cor mais vermelha e foram de 7,96 a 11,93, os valores de b^* indicaram a tendência a cor mais amarela com valores de 21,63 a 26,85. Já os valores de C demonstraram diferença significativa ao nível de 5%, e variaram de 23,01 a 29,89 os valores mais altos indicam que cor vermelha é menos saturada e mais brilhante sendo a formulação FA 100 com valor maior e valores mais baixos indicam a cor vermelha mais saturada e opaca sendo a formulação FCA 100 menor. Para o ângulo HUE os valores variaram de 23,01 a 26,68 tendo diferença significativa entre as formulações FBV 100 e FCA 100.

Diez-Sánchez et al., (2020) relataram em bolos de esponja os valores de L^* 25,37 a 27,87 e de C 8,46 a 11,79 menores que encontrados neste estudo, o HUE de 46,01 a 60,19 foram maiores que os encontrados neste estudo. Amoah et al., (2017) relataram em bolos valores de L^* variando de 58,19 a 84,48 estes valores são maiores que os encontrados neste estudo. Para a^* relatou valores de -1,09 a 10,92 e b^* valores de 18,75 a 33,50 valores que se assemelham com os deste estudo. A cor dos bolos pode variar dependendo da composição, da cor dos ingredientes da formulação e do tempo de assamento.

A diferença entre os valores de C e do ângulo HUE podem estar diretamente ligados as diferentes formulações de misturas de farinhas do delineamento, já que a formulação FCA 100 possui mais farinha de casca de abacaxi e a formulação FA 100 possui mais farinha de aveia na mistura. A cor é uma característica importante dos produtos de panificação e depende das condições que foram assadas, como umidade relativa, temperatura, modo de transferência de calor e processo físico-químico, características da massa como aminoácido, teor de água, pH e presença de açúcares redutores (ARSLAN et al., 2019). A cor da crosta é influenciada pela reação de Maillard durante o forneamento (FELLOWS, 2018), e apresentou a caramelização do edulcorante xilitol utilizado como substituto do açúcar, sendo o tempo de forneamento neste estudo o mesmo para todas as formulações das misturas para bolo.

O volume específico é uma das características visuais mais importante nos produtos de panificação como pães e bolos, a qual influencia fortemente a escolha do consumidor (HAGER, ARENDT, 2013).

Os bolos necessitam de quantidade adequada de líquidos, fermento químico, emulsificante e aeração, massas com densidade alta ou volume específico baixo

(embatumadas), apresentam aspecto desagradável ao consumidor associadas com alto teor de umidade, falhas no batimento e cocção, pouca aeração, difícil mastigação, sabor impróprio e baixa conservação (NÉMETH et al., 2018). Na Tabela 11, estão apresentados os valores de volume específico das formulações de bolo.

TABELA 11: Análise de volume específico (cm³/g) das formulações de bolo.

TRATAMENTOS	Volume específico (cm ³ /g)
FCA100	1884,23 ± 0,02 ^d
FBV100	1829,26 ± 0,02 ^f
FA100	1881,17 ± 0,01 ^e
FCA50FBV50	2067,28 ± 0,02 ^a
FCA50FA50	1763,93 ± 0,02 ⁱ
FBV50FA50	1904,74 ± 0,02 ^c
FCA33FBV33FA33	1794,53 ± 0,02 ^h
FCA66FBV16FA16	1819,50 ± 0,02 ^g
FCA16FBV66FA16	1749,98 ± 0,02 ^j
FCA16FBV16FA66	1939,98 ± 0,02 ^b

FCA100 (100% Farinha Casca Abacaxi),FBV100 (100% Farinha Banana Verde), FA100 (100% Farinha Aveia), FCA50FBV50 (50% Farinha Casca Abacaxi e 50% Farinha Banana Verde), FCA50FA50 (50% Farinha Casca Abacaxi e Farinha Aveia 50%), FBV50FA50 (50% Farinha Banana Verde e 50% Farinha de Aveia), FCA33FBV33FA33 (33,33% Farinha Casca Abacaxi, 33,33% Farinha Banana Verde e 33,33% Farinha Aveia), FCA66FBV16FA16 (66,66% Farinha Casca Abacaxi, 16,66% Farinha Banana Verde e 16,66% Farinha Aveia), FCA16FBV66FA16 (16,16% Farinha Casca Abacaxi, 66,66% Farinha Banana Verde e 16,16% Farinha Aveia), FCA16FBV16FA66 (16,16% Farinha Casca Abacaxi, 16,16% Farinha Banana Verde e 66,66% Farinha Aveia).

O bolo que obteve menor volume específico foi a formulação FCA16FBV66FA16, que possuía maior % de FBV, seguido da formulação FCA50FA50 e respectivamente as formulações: FCA33FBV33FA33, FCA66FBV16FA16, FBV100, FA100, FCA100, FBV50FA50, FCA16FBV16FA66 e FCA50FBV50. A formulação de bolo FCA50FBV50 obteve o volume específico maior e possuía quantidades de FCA e FBV iguais. As farinhas FCA e FBV possuem maior quantidade de fibra e conteúdo de amido resistente (AR) (OLIVEIRA et al., 2015; SEGUNDO et al., 2017).

O volume do bolo é influenciado pela temperatura de gelatinização do amido, que é afetado pelos níveis de umidade e açúcar (KIM e WALKER,1992).

De acordo com Salehi e Aghajanzadeh (2019), a substituição da farinha de trigo por farinhas de frutas ou farinhas de cereais causa redução no teor de glúten da massa e

produz bolos com menor volume e firmeza. Na literatura não há um parâmetro definido para indicar qual o volume específico é o ideal de bolos.

O perfil de textura é realizado em dois ciclos um de compressão e um de descompressão de uma amostra de alimento afim de simular a mastigação (RAMOS e GOMIDE., 2007). As propriedades de textura dos bolos são apresentadas na Tabela 12.

TABELA 12: Resultados dos parâmetros de textura das formulações dos bolos.

TRATAMENTOS	Dureza N	Adesividade mJ	Fraturabilidade N	Coesividade	Elasticidade mm	Gomosidade N	Mastigabilidade mJ
FCA100	10,81 ± 1,97 ^b	0,43 ± 0,30 ^a	10,81 ± 1,97 ^b	0,45 ± 0,04 ^a	5,52 ± 0,52 ^a	5,0 ± 1,32 ^{ab}	28,00 ± 9,65 ^a
FBV100	10,79 ± 3,26 ^b	0,20 ± 0,20 ^a	10,79 ± 3,26 ^b	0,56 ± 0,04 ^a	6,19 ± 0,02 ^a	6,15 ± 2,18 ^a	38,16 ± 13,61 ^a
FA100	5,59 ± 0,15 ^{ab}	0,06 ± 0,05 ^a	1,99 ± 3,18 ^{ab}	0,49 ± 0,02 ^a	5,52 ± 0,17 ^a	2,77 ± 0,20 ^{ab}	15,33 ± 1,45 ^a
FCA50FBV50	10,88 ± 0,06 ^b	0 ± 0 ^a	7,33 ± 6,18 ^{ab}	0,53 ± 0,01 ^a	5,96 ± 0,33 ^a	5,74 ± 0,18 ^{ab}	34,20 ± 0,96 ^a
FCA50FA50	6,84 ± 0,68 ^{ab}	0,10 ± 0,10 ^a	4,54 ± 3,85 ^{ab}	0,50 ± 0,03 ^a	5,77 ± 0,27 ^a	3,47 ± 0,49 ^{ab}	20,13 ± 3,77 ^a
FBV50FA50	4,26 ± 0,60 ^a	0,16 ± 0,28 ^a	0,13 ± 0,04 ^a	0,55 ± 0,04 ^a	9,44 ± 7,60 ^a	2,33 ± 0,28 ^{ab}	23,20 ± 21,04 ^a
FCA33FBV33FA33	8,67 ± 1,75 ^{ab}	0,03 ± 0,05 ^a	8,67 ± 1,75 ^{ab}	0,54 ± 0,01 ^a	5,94 ± 0,29 ^a	4,68 ± 0,85 ^{ab}	28,06 ± 6,43 ^a
FCA66FBV16FA16	6,67 ± 1,20 ^{ab}	0,03 ± 0,05 ^a	5,34 ± 3,51 ^{ab}	0,33 ± 0,28 ^a	5,42 ± 0,36 ^a	2,13 ± 1,95 ^b	11,80 ± 10,76 ^a
FCA16FBV66FA16	7,76 ± 3,46 ^{ab}	0,30 ± 0,26 ^a	6,65 ± 5,37 ^{ab}	0,50 ± 0,09 ^a	8,63 ± 5,83 ^a	4,10 ± 2,29 ^{ab}	41,96 ± 44,92 ^a
FCA16FBV16FA66	3,74 ± 2,43 ^a	0 ± 0 ^a	3,46 ± 2,89 ^{ab}	0,49 ± 0,10 ^a	6,92 ± 2,01 ^a	2,00 ± 1,43 ^b	11,93 ± 7,59 ^a

FCA100 (100% Farinha Casca Abacaxi),FBV100 (100% Farinha Banana Verde), FA100 (100% Farinha Aveia), FCA50FBV50 (50% Farinha Casca Abacaxi e 50% Farinha Banana Verde), FCA50FA50 (50% Farinha Casca Abacaxi e Farinha Aveia 50%), FBV50FA50 (50% Farinha Banana Verde e 50% Farinha de Aveia), FCA33FBV33FA33 (33,33% Farinha Casca Abacaxi, 33,33% Farinha Banana Verde e 33,33% Farinha Aveia), FCA66FBV16FA16 (66,66% Farinha Casca Abacaxi, 16,66% Farinha Banana Verde e 16,66% Farinha Aveia), FCA16FBV66FA16 (16,16% Farinha Casca Abacaxi, 66,66% Farinha Banana Verde e 16,16% Farinha Aveia), FCA16FBV16FA66 (16,16% Farinha Casca Abacaxi, 16,16% Farinha Banana Verde e 66,66% Farinha Aveia). * Média de resultados com três repetições. Perfil de textura (TPA), célula de carga de 2,5 kg, com probe cilíndrico de acrílico (TA4/100), parâmetros operacionais: velocidade de pré-teste: 2,0 m/s; velocidade de teste = 2,0 m/s; velocidade do pós-teste = 2,0 m/s; força = 25000g; ciclo de contagem = 2 segundos; distância = 25 mm.

A mistura para bolo FCA50FBV50 apresentou maiores valores de dureza 10,88 N que a formulação FCA100 com 10,81 N e a formulação FBV100 com 10,79 N e respectivamente FCA33FBV33FA33 8,67 N; FCA16FBV66FA16 7,76 N; FCA50FA50 6,84 N; FCA66FBV16FA16 6,67 N; FBV50FA50 4,26 N; FA100 5,59 N; FCA16FBV16FA66 3,74 N. Houve diferença significativa entre as formulações ao nível de 5% em relação a dureza.

Segundo Carvalho et al., (2015) quanto menor o valor de dureza obtido mais macio é a amostra, isto é a força necessária para comprimi-la será menor. A formulação FCA50FBV50 demonstrou ser mais firme e a formulação FCA16FBV16FA66 demonstrou ser mais macia que resulta em um bolo com uma estrutura estável e que reflete nos valores de elasticidade (TOPKAYA e ISIK, 2019).

A dureza está diretamente relacionada à força máxima aplicada no primeiro ciclo da compressão da amostra. O valor da dureza do bolo FCA50FBV50 deve-se principalmente às diferentes macromoléculas (amido, proteína, polissacarídeos não amiláceos) presentes em cada farinha (MAGALLANES-CRUZ et al., 2020). Os valores de adesividade, coesividade, elasticidade e mastigabilidade não demonstraram diferença significativa ao nível de 5% nas formulações de mistura para bolo.

Punia et al., 2019 relataram valores de dureza em bolos de 43,2 a 56,5, e valores de coesividade de 1,52 a 2,14 estes maiores que os encontrados neste estudo, já os valores de elasticidade variaram de 0,256 a 0,376 e os valores de mastigabilidade de 24,3 a 28,2 estes valores estão próximos aos encontrados neste estudo. No estudo de Jeddou et al., 2017 relataram em bolos valores de dureza 0,37 a 1,67, menores que os encontrados neste estudo e valores de coesividade 0,24 a 0,72, adesividade 0,14 a 0,89 estes valores estão de acordo com os encontrados neste estudo.

A adesividade é uma força negativa resultado de um trabalho exercido para superar a atração entre o alimento e a sonda. Coesividade é a razão entre o trabalho realizado no segundo ciclo em relação ao trabalho realizado no primeiro ciclo. Elasticidade é a capacidade que o material tende a retornar sua forma original quando submetida a uma deformidade. Mastigabilidade é o trabalho necessário para mastigar uma amostra (CHEN e OPARA.,2013).

A deterioração microbiana é conhecida como o fator mais importante que afeta a segurança e o prazo de validade dos produtos alimentícios (KIHARASON e ISUTSA, 2019).

Foi realizada a análise microbiológica dos bolos de três formulações FBV100, FCA50FBV50 e FCA33FBV33FA33 para avaliar as condições higiênico-sanitárias e garantir a segurança dos provadores da análise sensorial (Tabela 13).

TABELA 13: Resultados dos parâmetros microbiológicos dos bolos que foram para a análise sensorial.

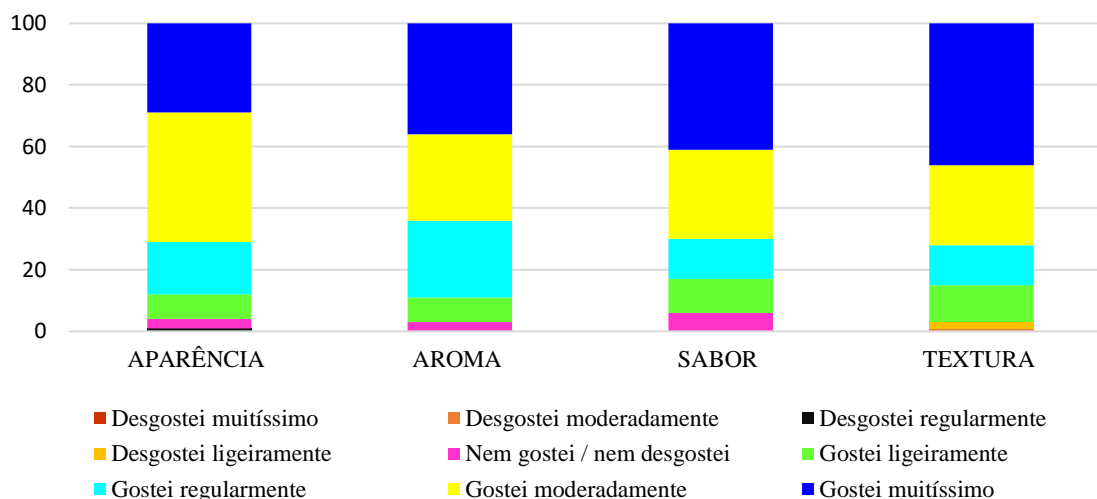
Parâmetros	PADRÃO*	FBV100	FCA50FBV50	FCA33FBV33FA33
<i>Coliformes a 45°C/g</i>	10 ² UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g	<10 UFC/g
<i>Estafilococos coagulase + Bacillus cereus/g</i>	10 ³ UFC/g	<100 UFC/g	<100 UFC/g	<100 UFC/g
<i>Bolores e Leveduras</i>	5 x 10 ² UFC/g	<100 UFC/g	<100 UFC/g	<100 UFC/g
<i>Salmonella sp/25g</i>	-----	<100UFG/g	<100UFG/g	<100UFG/g
	Ausência em 25g	Ausência em 25g	Ausência em 25g	Ausência em 25g

PADRÃO* (LIMITES PERMITIDOS (VMP*)) (MS – ANVISA – RDC 12)). VMP*: Valor Máximo Permitido. Laudos das análises microbiológicas realizadas no Laboratório de Controle Higiênico-Sanitário/FANUT/UFG.

Os resultados das análises microbiológicas indicaram que todas as amostras de bolo prontos para o consumo estavam de acordo com os padrões estabelecidos pelo item “25 e” da Resolução – RDC nº 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde de 02 de janeiro de 2001, revogada pela 331 (BRASIL, 2019) com validade até 23 de dezembro de 2020 (BRASIL, 2001). Os valores determinados para todas as amostras estiveram abaixo de 100 UFC/g, tanto para a contagem de *Bacillus cereus* quanto para contagem de *coliformes a 45°C*, além da ausência da *Salmonella sp.* em 25 g da amostra.

Para a análise sensorial, foi aplicado o teste afetivo de aceitação e intenção de compra de três formulações de bolo, realizaram o teste 100 avaliadores sendo 78 mulheres e 24 homens com idade de 18 a 47 anos. Os resultados do teste de aceitação das três formulações de mistura para bolo estão representados na Figura 35, 36 e 37.

ACEITAÇÃO BOLO FBV100



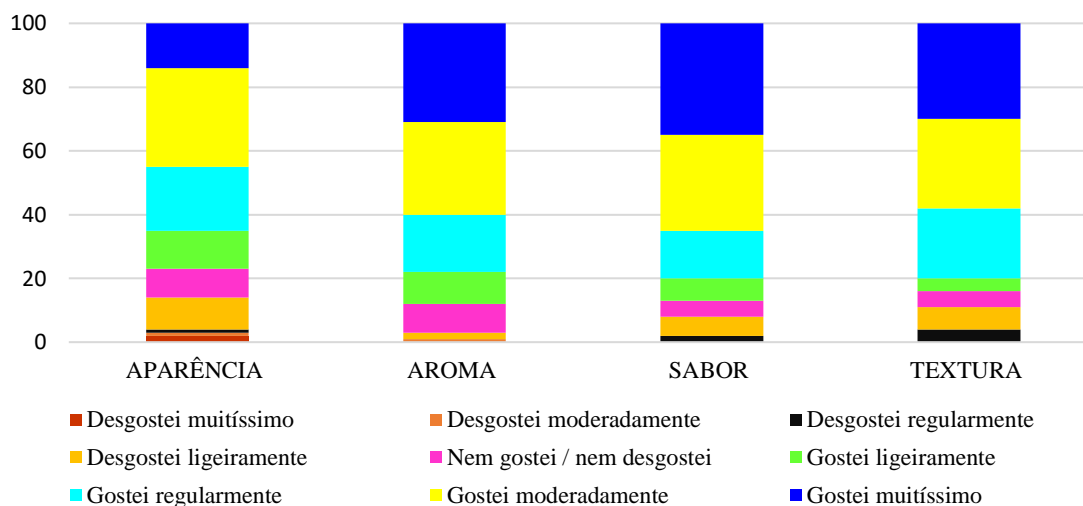
*BOLO FBV100 (100% Farinha Banana Verde).

Figura 35. Resultados da análise sensorial com o teste de aceitação da formulação farinha de banana verde 100%.

A formulação FBV100 foi avaliada pelos julgadores pela escala hedônica de 9 pontos, em que 9 significava “Gostei muitíssimo” e 1 “Desgostei muitíssimo” e analisado quanto a aparência, aroma, sabor e textura. Os resultados para esta formulação apresentam maior aceitação para o aspecto aparência “Gostei moderadamente”, para aroma, sabor e textura apresentaram maior avaliação em “Gostei muitíssimo”.

A avaliação representada de aceitação desta formulação foi maior para “Gostei muitíssimo” quanto á aparência (29%), aroma (36%), sabor (41%) e textura (46%). Para “Gostei moderadamente” foram avaliados quanto á aparência (42%), aroma (28%), sabor (29%) e textura (26%). “Gostei regularmente” quanto à aparência (17%), aroma (25%), sabor (13%) e textura (13%). “Gostei ligeiramente” quanto à aparência (8%), aroma (8%), sabor (11%) e textura (12%). “Nem gostei/nem desgostei”, “Desgostei ligeiramente”, “Desgostei regularmente”, “Desgostei moderadamente” e “Desgostei muitíssimo” quanto à aparência, aroma, sabor e textura foram avaliados abaixo de 3%.

ACEITAÇÃO BOLO FCA50FBV50



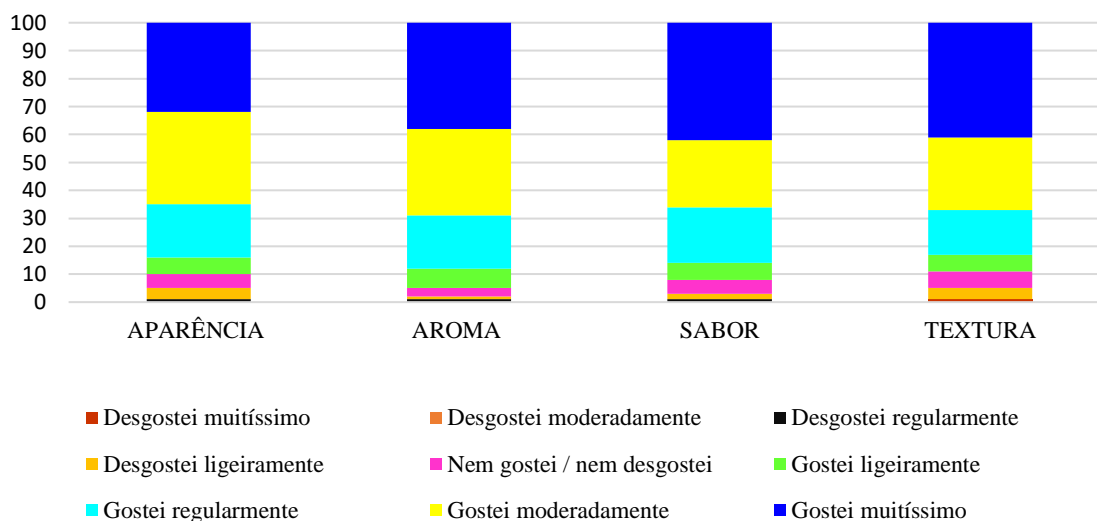
*BOLO FCA50FBV50 (50% Farinha Casca Abacaxi e 50% Farinha Banana Verde).

Figura 36. Resultados da análise sensorial com o teste de aceitação da formulação farinha de casca de abacaxi 50% e farinha de banana verde 50%.

A formulação FCA50FBV50 foi avaliada pelos julgadores pela escala hedônica de 9 pontos, em que 9 significava “Gostei muitíssimo” e 1 “Desgostei muitíssimo” e analisado quanto a aparência, aroma, sabor e textura. Os resultados para esta formulação apresentam maior aceitação para o aspecto aparência “Gostei moderadamente”, para aroma, sabor e textura apresentaram maior avaliação em “Gostei muitíssimo”.

Os resultados detalhados de aceitação desta formulação foram “Gostei muitíssimo” quanto à aparência (14%), aroma (31%), sabor (35%) e textura (30%). Avaliado em “Gostei moderadamente” quanto à aparência (31%), aroma (29%), sabor (30%) e textura (28%). “Gostei regularmente” foram quanto à aparência (20%), aroma (18%), sabor (15%) e textura (22%). “Gostei ligeiramente” quanto à aparência (12%), aroma (10%), sabor (7%) e textura (4%). “Nem gostei/nem desgostei”, “Desgostei ligeiramente” foram avaliados abaixo de 10% quanto à aparência, aroma, sabor e textura. “Desgostei regularmente”, “Desgostei moderadamente” e “Desgostei muitíssimo” foram avaliados abaixo de 4% quanto à aparência, aroma, sabor e textura.

ACEITAÇÃO DO BOLO FCA33FBV33FA33



*BOLO FCA33FBV33FA33 (33,33% Farinha Casca Abacaxi, 33,33% Farinha Banana Verde e 33,33% Farinha Aveia).

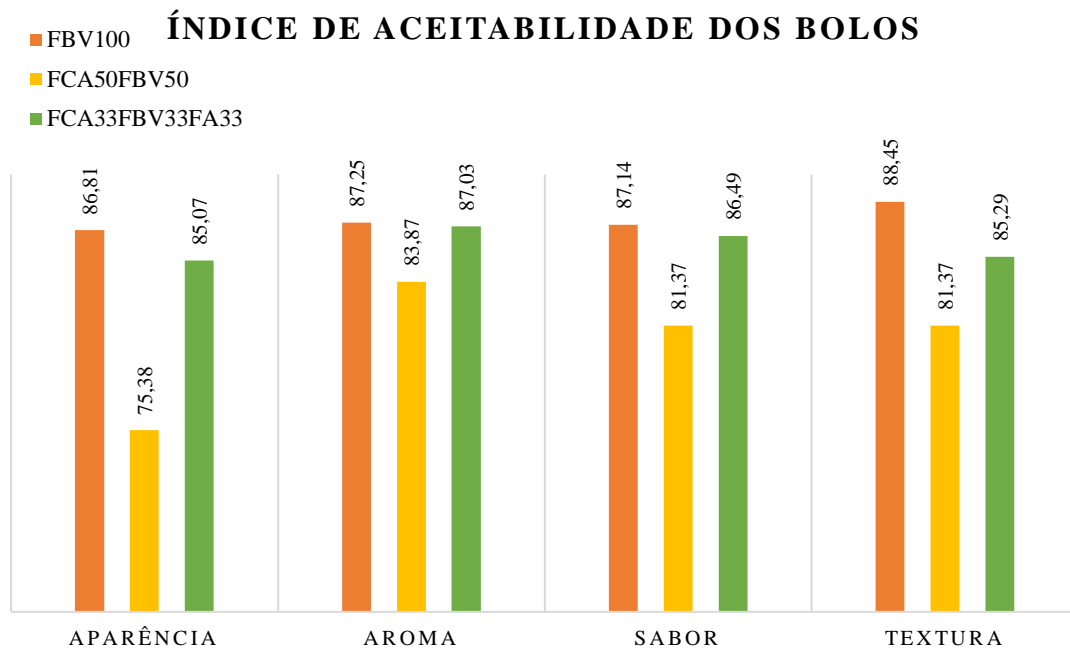
Figura 37. Resultados da análise sensorial com o teste de aceitação da formulação de farinha de casca de abacaxi 33%, farinha de banana verde 33% e farinha de aveia 33%.

A formulação FCA33FBV33FA33 foi avaliada pelos julgadores pela escala hedônica de 9 pontos, em que 9 significava “Gostei muitíssimo” e 1 “Desgostei muitíssimo” e analisado quanto a aparência, aroma, sabor e textura. Os resultados para esta formulação apresentam maior aceitação para o aspecto aparência “Gostei moderadamente”, para aroma, sabor e textura apresentaram maior avaliação em “Gostei muitíssimo”.

Os resultados caracterizados de aceitação desta formulação foram “Gostei muitíssimo” quanto à aparência (32%), aroma (38%), sabor (42%) e textura (41%). Avaliado em “Gostei moderadamente” quanto à aparência (33%), aroma (31%), sabor (24%) e textura (24%). “Gostei regularmente” quanto à aparência (19%), aroma (19%), sabor (20%) e textura (16%). “Gostei ligeiramente” quanto à aparência (6%), aroma (7%), sabor (6%) e textura (6%). “Nem gostei/nem desgostei”, “Desgostei ligeiramente”, “Desgostei regularmente”, “Desgostei moderadamente” e “Desgostei muitíssimo” foram avaliados abaixo de 4% quanto à aparência, aroma, sabor e textura.

Foi avaliado o Índice de Aceitabilidade (IA), por meio da expressão $IA (\%) = A \times 100 / B$, em que, A= nota média obtida para o produto e B= nota máxima dada ao produto.

O IA com boa aceitação tem sido considerado $\geq 70\%$ (DUTCOSKI, 2011). Apresentado na Figura 38.



FBV100 (100% Farinha Banana Verde), FCA50FBV50 (50% Farinha Casca Abacaxi e 50% Farinha Banana Verde), FCA33FBV33FA33 (33,33% Farinha Casca Abacaxi, 33,33% Farinha Banana Verde e 33,33% Farinha Aveia).
 IA = Índice de Aceitação (%): pontuação média x100 / pontuação máxima;

Figura 38. Resultados do índice de aceitabilidade das três formulações de bolos: farinha de banana verde 100%, farinha de casca de abacaxi 50% farinha de banana verde 50% e farinha de casca de abacaxi 33% farinha de banana verde 33% e farinha de aveia 33%.

O IA das formulações de mistura para bolo encontrado neste trabalho, considerando a média geral dos atributos das formulações avaliadas na análise sensorial, foi de 84,18% e indicou que os avaliadores gostaram moderadamente. O produto ficou acima de 70%, considerado o valor percentual mínimo ideal de aceitabilidade de um produto. Atributos como aroma e sabor são provavelmente as características mais importantes que influenciam a sensibilidade propriedades de produtos alimentares que contêm diferentes ingredientes (PERTUZATTI et al, 2015).

Ao observar a Figura 38, pode ser visto que a formulação FBV100 pode ser considerada a mais aceita pelos julgadores respectivamente a formulação FCA33FBV33FA33 e a formulação FCA50FBV50 de acordo com seus valores comparados entre si. Para desenvolver um novo produto, um dos pontos principais é avaliar sua aceitabilidade para prever seu comportamento no mercado consumidor (ROBERTSON, 1998).

O teste de intenção de compra permite conhecer a intenção de consumo de determinado produto. A análise se refere ao produto como um todo, e não a uma característica específica, visando que o indivíduo responda com base na sua primeira impressão (QUEIROZ e TREPTOW, 2006). O teste de intenção de compra das três formulações de mistura para bolo está representado na Figura 39, realizaram o teste 100 avaliadores sendo 78 mulheres e 24 homens com idade de 18 a 47 anos.

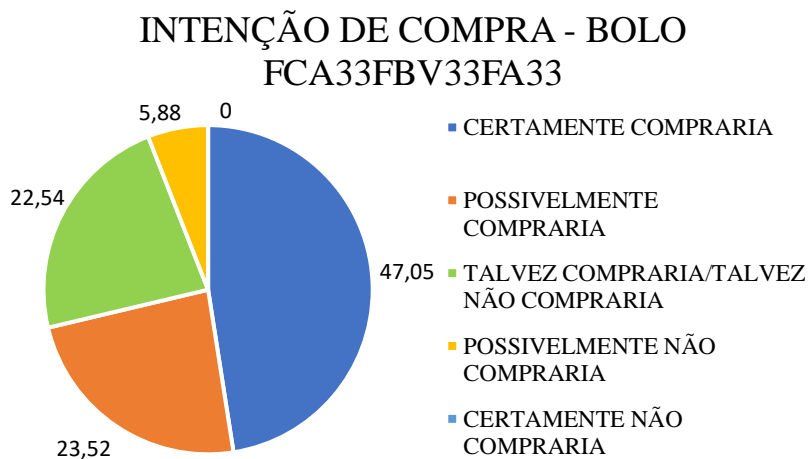
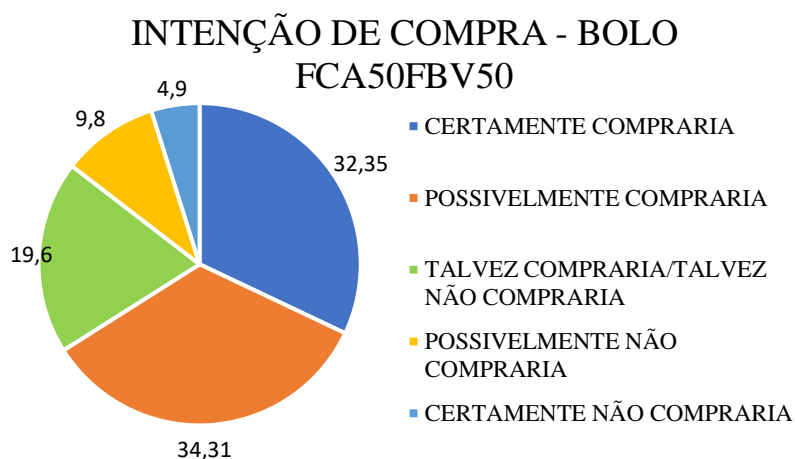
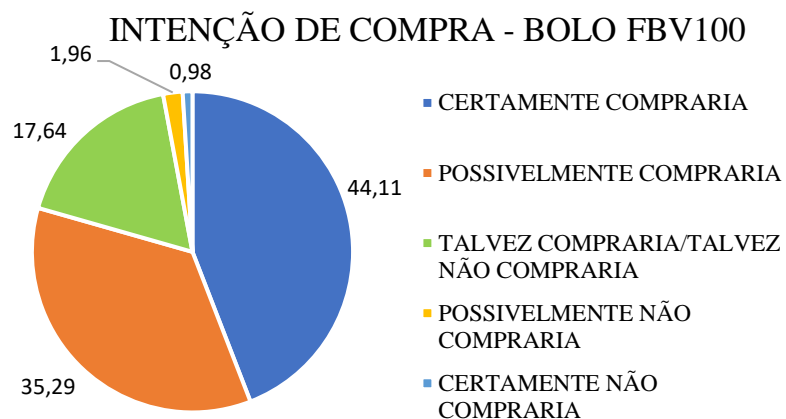


Figura 39. Resultados do teste de intenção de compra das formulações: farinha de banana verde 100%, farinha de casca de abacaxi 50% farinha de banana verde 50% e farinha de casca de abacaxi 33% farinha de banana verde 33% e farinha de aveia 33%.

Para os resultados de intenção de compra os julgadores avaliaram as três formulações individualmente, sendo que a maioria 44%, 32% e 47% certamente

comprariam os bolos, 35%, 34% e 23% possivelmente comprariam os bolos, 17%, 19% e 22% talvez comprariam / talvez não comprariam os bolos, 1%, 9% e 5% possivelmente não comprariam os bolos e 0,98%, 4,9% e 0 certamente não comprariam os bolos.

Para a análise de custos na elaboração dos bolos, foi realizado o levantamento de todos os ingredientes utilizados e realizado o cálculo (Tabela 14).

TABELA 14: Resultado de custo para elaboração dos bolos que foram para a análise sensorial.

Ingrediente	Quantidade	Valor R\$
Ovo	50g	0,43
Margarina	50g	0,50
Xilitol	120g	18,00
Leite	125mL	0,46
Farinha de trigo integral	77g	0,57
Farinha de banana verde	33g	0,001
Farinha de casca de abacaxi	33g	0,001
Farinha de aveia	33g	0,001
Fermento em pó	8g	0,30
Energia	30 min	1,62
		TOTAL R\$ 21,88

Dessa forma, para produzir e comercializar a mistura para bolo desenvolvida neste estudo o custo seria em média de R\$21,88 reais.

4 CONCLUSÃO

As características físico-químicas dos bolos elaborados com mistura para bolo utilizando diferentes farinhas atenderam aos padrões de identidade e qualidade fixados pela legislação vigente.

As diferentes formulações de mistura para bolo, substituindo 40% da farinha de trigo integral por farinhas funcionais de casca de abacaxi, farinha de banana verde e farinha de aveia em diferentes proporções, obtiveram boa aceitação sensorial, índice de aceitabilidade acima de 70% e excelente intenção de compra das três formulações.

A tendência pela população em consumir alimentos saudáveis abre um mercado promissor para a utilização das farinhas funcionais desenvolvidas neste estudo como a farinha de casca de abacaxi e a farinha de banana verde em preparações alimentícias e as misturas para bolo elaboradas são produtos que certamente irão conquistar as prateleiras

de supermercados oferecendo ao consumidor produtos inovadores e saudáveis diversificando e contribuindo na alimentação diária com excelente fonte nutricional.

A formulação elaborada com 100% farinha de banana verde obteve maior índice de aceitabilidade e demonstrou ser excelente fonte de amido resistente, benéfico para a saúde. Utilizar a farinha de banana verde é uma ótima estratégia para auxiliar no controle da glicemia, visto como uma alternativa para enriquecer a dieta de diabéticos, além de contribuir e beneficiar a microbiota intestinal.

As misturas para bolo desenvolvidas foram elaboradas com edulcorante podendo ser consumidas por portadores de doenças crônicas não transmissíveis como o Diabetes Mellitus e possui amplo potencial a ser produzido em escala industrial.

5 REFERÊNCIAS

ABIMAPI - Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados, 2016.

AACC International. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Methods 10e10.03, 10-05.01, 46-13.01, 54-21.02, 54-30.02 and 74-10.02, tenth ed. The Association, St. Paul, MN.

ALBERTSEN, Levke; WIEDMANN, Klaus-Peter; SCHMIDT, Steffen. The Impact of Innovation-related Perception on Consumer Acceptance of Food Innovations- Development of an Integrated Framework of the Consumer Acceptance Process. Food Quality and Preference, p. 103958, 2020.

ALLOUBANI, A.; SALEH, A.; ABDELHAFIZ, I. Hypertension and diabetes mellitus as a predictive risk factors for stroke. Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, v. 12, n. 4, p. 577-584, 2018.

AMOAHA, C. et al. Assessing the effectiveness of wax-based sunflower oil oleogels in cakes as a shortening replacer. LWT, v. 86, p. 430-437, 2017.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists International. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 17 ed., Gaithersburg, 2000.

ARSLAN, M. et al. Complimenting gluten free bakery products with dietary fiber: Opportunities and constraints. Trends in food science e technology, v. 83, p. 194-202, 2019.

AZIMA, AM Siti; NORIHAM, A.; MANSHOOR, N. Phenolics, antioxidants and color properties of aqueous pigmented plant extracts: *Ardisia colorata* var. *elliptica*, *Clitoria*

ternatea, *Garcinia mangostana* and *Syzygium cumini*. *Journal of Functional Foods*, v. 38, p. 232-241, 2017.

BORGES, C. V. et al. Ripening and cooking processes influence the carotenoid content in bananas and plantains (*Musa spp.*). *Food Research International*, v. 124, p. 129-136, 2019.

CARVALHO, R. N.; BASSINELHO, P. Z.; KOAKUZU, S. N.; ARAUJO, E. J.; TEXEIRA, C. M. Procedimento de determinação da dureza e pegajosidade de arroz polido cozido em texturômetro. EMBRAPA, 2015.

CHAVES, J. B. P.; SPROSSER, R. L. (2001). *Práticas de Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas*. Viçosa: Imprensa Universitária. Universidade Federal de Viçosa, p.81.

CHÁVEZ-SALAZAR, A. et al. Isolation and partial characterization of starch from banana cultivars grown in Colombia. *International journal of biological macromolecules*, v. 98, p. 240-246, 2017.

CHEN, Lan; OPARA, Umezuruike Linus. Texture measurement approaches in fresh and processed foods. A review. *Food Research International*, v. 51, n. 2, p. 823-835, 2013.

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

DAS, A. K. et al. A comprehensive review on antioxidant dietary fibre enriched meat-based functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 2020.

DE MORI, C.; FONTANELI, R. S.; DOS SANTOS, H. P. Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia. *Embrapa Trigo-Documentos*, 2012.

DIEZ-SÁNCHEZ, E. et al. Changing chemical leavening to improve the structural, textural and sensory properties of functional cakes with blackcurrant pomace. *LWT*, p. 109378, 2020.

DUTCOSKY, S. D. (2011). *Análise sensorial de alimentos*. Curitiba: Champgnat.

ERUKAINURE, Ochuko L. et al. Modulatory effect of fibre-enriched cake on alloxan-induced diabetic toxicity in rat brain tissues. *Toxicology reports*, v. 1, p. 445-449, 2014.

FELLOWS, Peter J. (2018). *Tecnologia do Processamento de Alimentos-: Princípios e Prática*. Artmed Editora.

HAGER, A. S.; ARENDT, E. K. Influence of hydroxypropylmethylcellulose (HPMC), xanthan gum and their combination on loaf specific volume, crumb hardness and crumb

grain characteristics of gluten-free breads based on rice, maize, teff and buckwheat. *Food Hydrocolloids*, v. 32, n. 1, p. 195-203, 2013.

HERNÁNDEZ-PÉREZ, A. F. et al. Biotechnological production of sweeteners. In: *Biotechnological Production of Bioactive Compounds*. Elsevier, p. 261-292, 2020.

HSU, CHIH-CHENG; TU, SHIH-TE; SHEU, WAYNE HUEY-HERNG. Diabetes atlas: Achievements and challenges in diabetes care in Taiwan. *Journal of the Formosan Medical Association*, v. 118, p. S130-S134, 2019.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ; IAL. *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. IAL, Normas Analíticas, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística da Produção Agrícola julho de 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/24363-em-abril-ibge-preve-alta-de-2-2-na-safra-de-graos-de-2019>. Acesso em 01 de abril de 2020.

JEDDOU, K. B. et al. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. *Food Chemistry*, v. 217, p. 668-677, 2017.

KIHARASON, Jedidah Wanjiku; ISUTSA, Dorcas Khasungu. Shelf-Life of Pumpkin Fruit Slices, Flour and Blended Products. *International Journal of Food Science and Biotechnology*, v. 4, n. 1, p. 14, 2019.

KIM, C. S.; WALKER, C. E. Effects of sugars and emulsifiers on starch gelatinization evaluated by differential scanning calorimetry. *Cereal Chemistry*, v. 69, n. 2, p. 212-217, 1992.

KOWALSKA, H. et al. What's new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry. *Trends in Food Science & Technology*, v. 67, p. 150-159, 2017.

LOURENÇO, Carina Oliveira et al. Estabilidade de geleias de maçã e pétalas de rosa durante o armazenamento/Stability of apple and rose petals jams during storage. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 3, p. 12270-12282, 2020.

MAGALLANES-CRUZ, P. A. et al. Effect of the addition of thermostable and non-thermostable type 2 resistant starch (RS2) in cake batters. *LWT*, v. 118, p. 108834, 2020.

MAJERSKA, J.; MICHALSKA, A.; FIGIEL, A. A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products. *Trends in food science & technology*, 2019.

MASTELLOS, N., GUNN, L. H., FELIX, L. M., CAR, J.; MAJEED, A. Transtheoretical model stages of change for dietary and physical exercise modification in weight loss management for overweight and obese adults. In A. Majeed (Ed.), 2014.

MEILGAARD, Morten C.; CARR, B. Thomas; CIVILLE, Gail Vance. (2006). Sensory evaluation techniques. CRC press.

MINIM, V. P. R. (2013). Análise Sensorial: estudos com consumidores. Viçosa: Editora UFV, P.332.

MINOLTA, Konica. Entendendo o Espaço de Cor L* a* b*. 2013.

MULLEN, A. M. et al. Classification and target compounds. In: Food waste recovery. Academic Press, p. 25-57, 2015.

NÉMETH, R. et al. Investigation of scale reduction in a laboratory bread-making procedure: Comparative analysis and method development. Journal of Cereal Science, v. 79, p. 267-275, 2018.

OLIVEIRA, D. A. S. B. et al. Avaliação da qualidade de pão com adição de farinha e purê da banana verde. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 37, n. 3, p. 699-707, 2015.

OMS -Organização Mundial De Saúde. (2017). Doenças Cardiovasculares.

YAM, Kit L.; PAPADAKIS, Spyridon E. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. Journal of food engineering, v. 61, n. 1, p. 137-142, 2004.

PASCARI, Xenia et al. The fate of several trichothecenes and zearalenone during roasting and enzymatic treatment of cereal flour applied in cereal-based infant food production. Food Control, p. 107245, 2020.

PERTUZATTI, Paula Becker; DE OLIVEIRA, Denise Soares Dorneles; PORT, Kelly Cristina Campagnolo. Preparation and Characterization of Microwave-made Oat and Fruit Cupcakes. American Journal of Food Science and Technology, v. 3, n. 4A, p. 8-11, 2015.

PHILIPPE, R. N. et al. Biotechnological production of natural zero-calorie sweeteners. Current Opinion in Biotechnology, v. 26, p. 155-161, 2014.

PUNIA, S. et al. Rheological and pasting behavior of OSA modified mungbean starches and its utilization in cake formulation as fat replacer. International journal of biological macromolecules, v. 128, p. 230-236, 2019.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. (2006). Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos. 1. ed. Rio Grande: Editora FURG, p.268.

- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. (2007). Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias. Viçosa, MG: UFV.
- ROBERTSON, J. A. Application of plant-based byproducts as fiber supplements in processed foods. *Recent Research Development in Agricultural e Food Chemistry*, v. 2, p. 705-717, 1998.
- SALEHI, F.; AGHAJANZADEH, S. Effect of dried fruits and vegetables powder on cakes quality: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 2019.
- SCHEEN, A. J.; VAN GAAL, L. F. Combating the dual burden: Therapeutic targeting of common pathways in obesity and type 2 diabetes. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, V.2, n.11, p.911–922, 2014.
- SEGUNDO, C. et al. Mechanically fractionated flour isolated from green bananas (*M. cavendishii* var. *nanica*) as a tool to increase the dietary fiber and phytochemical bioactivity of layer and sponge cakes. *Food Chemistry*, v. 219, p. 240-248, 2017.
- SEGUNDO, Cristina et al. Formulation and attributes of gluten-free cakes of Andean corn improved with green banana flour. *Food Science and Technology International*, v. 26, n. 2, p. 95-104, 2020.
- SILVA, M. A. et al. Melon (*Cucumis melo* L.) by-products: Potential food ingredients for novel functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, v. 98, p. 181-189, 2020.
- SMULDERS, M.; J.M et al. Oats in healthy gluten-free and regular diets: A perspective. *Food Research International*, v. 110, p. 3-10, 2018.
- SZAKÁLY, Zoltán et al. A modified model of the willingness to pay for functional foods. *Appetite*, v. 138, p. 94-101, 2019.
- TOPKAYA, Cansu; ISIK, Fatma. Effects of pomegranate peel supplementation on chemical, physical, and nutritional properties of muffin cakes. *Journal of Food Processing and Preservation*, v. 43, n. 6, p. e13868, 2019.
- VACLAVIK, V. A.; CHRISTIAN, E. W. Chapter 1: Evaluation of Food Quality. *Essentials of Food Science, Food Science Text Series*. New York: Springer, 2007.
- WEBSTER, FRANCIS. (2016). *Oats: chemistry and technology*. Academic Press.

CONCLUSÃO GERAL

Existe no mercado consumidor, grande carência de produtos saudáveis com alto valor nutricional que auxiliam no controle do índice glicêmico (IG) para portadores de doenças crônicas como o Diabetes Mellitus.

Muitos alimentos industrializados específicos para diabéticos não possuem boa aceitação devido a sua baixa qualidade e valor nutricional. Assim, o processo de desenvolvimento dos produtos desta dissertação, baseou-se também nesta carência buscando desenvolver mistura para bolo com fibras e amido resistente para consumidores diabéticos.

Produtos alimentícios produzidos com farinhas funcionais elaboradas com vegetais ou os subprodutos dos vegetais ainda são pouco explorados pela indústria alimentícia, porém as farinhas funcionais possuem benefícios tanto para o desenvolvimento e enriquecimento de novos produtos alimentícios quanto para o consumidor que terão um produto com alto valor nutricional contribuindo para manter o bem estar e a saúde.

A farinha da casca do abacaxi e a farinha de banana verde elaboradas neste estudo revelaram excelentes características nutricionais e tecnológicas sendo consideradas farinhas funcionais com excelentes teores de fibras alimentares (FA) e amido resistente (AR).

Neste sentido, as farinhas de casca de abacaxi e farinha de banana verde elaboradas poderão ser utilizadas para enriquecer nutricionalmente produtos alimentícios como a mistura para bolo desenvolvida neste estudo, produtos de panificação, biscoitos, bolachas, sopas e até serem comercializada no mercado consumidor como farinhas funcionais.

Desenvolveu-se misturas para bolo adicionada de diferentes farinhas sendo considerado como um novo produto para o mercado consumidor, conseqüentemente as misturas para bolo desenvolvidas neste estudo tiveram excelente aceitabilidade, revelando que poderão ter suas formulações patenteadas para desenvolvimento futuro na indústria alimentícia.

APÊNDICES

➤ APÊNDICE A - Fluxograma da elaboração da farinha da casca do abacaxi.

Fonte: Arquivo pessoal (2019).



FARINHA DA CASCA DO ABACAXI.

➤ **APÊNDICE B - Fluxograma da elaboração da farinha da banana verde.**

Fonte: Arquivo pessoal (2019).



FARINHA DA BANANA VERDE



➤ **APÊNDICE C - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa: intitulada “Mistura para bolo rico em fibras com farinha de casca de abacaxi, farinha de banana verde e farinha de aveia.” Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, este documento deverá ser assinado em duas vias, sendo a primeira de guarda e confidencialidade do Pesquisador (a) responsável e a segunda ficará sob sua responsabilidade para quaisquer fins.

Em caso de recusa, você não será penalizado (a) de forma alguma. Em caso de dúvida sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável Dra. Mayra Conceição Peixoto Martins Lima, através do telefone (64) 99283-3229 ou através do e-mail: mayra.martins@ifgoiano.edu.br. Em caso de dúvida sobre a ética aplicada a pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal Goiano (situado na Rua 88, nº280, Setor Sul, CEP 74085-010, Goiânia, Goiás. Caixa Postal 50 pelo telefone: (62) 3605 3600 ou pelo e-mail: cep@ifgoiano.edu.br, em horário comercial.

Justificativa, os objetivos e procedimentos

Esta pesquisa tem como motivação, desenvolver mistura para bolo rico em fibras com farinha da casca do abacaxi, farinha de banana verde e farinha de aveia. E, assim verificar a aceitação e a intenção de compra do produto.

As amostras de bolos, serão elaboradas com farinha de casca de abacaxi, farinha de banana verde, farinha de aveia e os demais ingredientes presentes na formulação tais como: ovos, leite, edulcorante xilitol, margarina, farinha de trigo integral e fermento em pó químico.

Um planejamento experimental foi realizado para desenvolver as misturas de farinhas e após serão produzidos bolos com as diferentes concentrações de farinhas.

Apenas três formulações de bolo que obtiverem os melhores resultados laboratoriais, serão verificados e analisados microbiologicamente e sensorialmente.

O objetivo desta pesquisa é caracterizar sensorialmente e verificar a aceitação sensorial e intenção de compra de três concentrações diferentes de mistura para bolo rico em fibras, com farinha da casca do abacaxi, farinha de banana verde e farinha de aveia.

A análise sensorial será realizada com 100 provadores não treinados e consistirá em avaliar três amostras provenientes das melhores formulação do bolo rico em fibras quanto aos atributos sensoriais de aparência, aroma, sabor e textura através dos testes sensoriais de aceitação utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de desgostei muitíssimo (“1”) a gostei muitíssimo (“9”), teste sensorial de intenção de compra por meio de escala estruturada de cinco pontos (1 = certamente não compraria; 2 = provavelmente não compraria, 3 = talvez compraria, 4 = provavelmente compraria e 5 = certamente compraria).

Todas as amostras serão identificadas por códigos de forma aleatória com três dígitos e serão analisados atributos como aparência, aroma, sabor e textura.

Será servido um copo de água mineral em temperatura ambiente para que possa realizar o enxágue da boca no intervalo de uma amostra e outra. O produto será elaborado seguindo as boas práticas de fabricação, prezando pela segurança do alimento e dos avaliadores.

Os avaliadores selecionados para a realização do experimento não poderão ingerir antes da avaliação sensorial qualquer tipo de alimento que deixe resíduo na boca por 01 hora antes da avaliação e não ser fumantes para que não alterem a percepção do sabor.

A análise sensorial será realizada com avaliadores adultos sadios, alunos e/ou funcionários do IF Goiano, maiores de 18 anos, de ambos os sexos, não treinados, voluntários, de forma que serão selecionados baseando-se no interesse e disponibilidade para participar da análise sensorial. Caso o avaliador recuse a participar da análise sensorial, não será penalizado e não irá acarretar qualquer prejuízo. Serão garantidos o sigilo e a privacidade dos seus resultados obtidos na presente pesquisa. A pesquisa oferece riscos mínimos aos participantes, que serão listados á baixo.

1. Desconfortos, riscos e benefícios

Aos participantes da pesquisa, o bolo é composto por uma mistura de farinha da casca do abacaxi, farinha de banana verde, farinha de aveia, farinha de trigo integral, edulcorante xilitol, ovos, margarina e fermento em pó químico. Você poderá se recusar a participar da análise sensorial caso apresente alguma restrição do consumo dos alimentos relacionados.

Após a ingestão, se ocorrer algum sintoma alérgico ou de intolerância como inchaço, flatulência, náuseas, vômitos, diarreia, placas vermelhas na pele geralmente com coceiras, cólicas, dor abdominal, refluxo, dificuldade respiratória e irritações gástricas, engasgo a qualquer componente da formulação, o participante poderá recorrer ao pesquisador que irá acompanhá-lo ao atendimento médico mais próximo.

Por ser um produto, possivelmente, fonte de fibras, os bolos podem contribuir para o bom funcionamento intestinal e é aconselhado que seu consumo seja associado ao aumento da ingestão de água.

2. Forma de acompanhamento e assistência:

Ao participante será assegurada a garantia de assistência integral em qualquer etapa do estudo. Você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. Caso você apresente algum problema será encaminhado para tratamento adequado em pronto socorro mais próximo na Cidade de Rio Verde: a) Unidade de Pronto Atendimento (UPA) –Tratamento pelo Sistema Único de Saúde.

3. Garantia de esclarecimento, liberdade de recusa e garantia de sigilo

O participante poderá recusar de participar da análise sensorial a qualquer momento e caso apresente alguma restrição ao consumo do produto, ou não seja de hábito consumir esse tipo de alimento. O participante não será penalizado e não terá prejuízo caso não participe desta pesquisa.

Você será esclarecido (a) sobre a pesquisa em qualquer tempo e aspecto que desejar, através dos meios citados acima. Você é livre para recusar a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento, sendo sua participação voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade.

Os pesquisadores irão tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, o nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem permissão. O nome do participante não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma via deste consentimento será fornecida ao participante e a outra será

arquivada sob responsabilidade da Professora Dr.^a Mayra Conceição Peixoto Martins Lima, no Laboratório de Cereais e Panificação do IF Goiano – Campus Rio Verde por um período de cinco anos.

4. Custos da participação, ressarcimento e indenização por eventuais danos

Não haverá custos para participar deste estudo, nem receberá qualquer vantagem financeira.

Caso o participante, sofra algum dano decorrente dessa pesquisa, os pesquisadores garantem indenizá-lo por todo e qualquer gasto ou prejuízo.

Este TCLE atende as determinações da Resolução 466/2012.

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu _____, estou de acordo em participar da pesquisa intitulada “**Mistura para bolo rico em fibras com farinha de casca de abacaxi, farinha de banana verde e farinha de aveia.**”, de forma livre e espontânea, podendo me retirar a qualquer momento.

Rio Verde, _____, de _____ de 2019.

Assinatura do responsável pela pesquisa

Assinatura do participante

➤ **APÊNDICE D - Consentimento da participação da pessoa como sujeito da pesquisa.**

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA

Eu, _____, RG: _____, CPF: _____, n.º de matrícula _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo: “Mistura para bolo rico em fibras com farinha de casca de abacaxi, farinha de banana verde e farinha de aveia.”, como sujeito. Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pela pesquisadora **Dra. Mayra Conceição Peixoto Martins Lima** sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento, se for o caso).

Local e data: _____

Nome e Assinatura do sujeito: _____

➤ **APÊNDICE E - Ficha de avaliação da análise sensorial**

TESTE ACEITAÇÃO E INTENÇÃO DE COMPRA

NOME: _____

IDADE: _____

Telefone para contato: _____

“Mistura para bolo rico em fibras com farinha de casca de abacaxi, farinha de banana verde e farinha de aveia.”

Avalie a amostra do **bolo preparado com a mistura para bolo rico em fibras** e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou.

- 9 - Gostei muitíssimo
- 8 - Gostei moderadamente
- 7- Gostei regularmente
- 6 - Gostei ligeiramente
- 5 - Nem gostei/nem desgostei
- 4 - Desgostei ligeiramente
- 3 - Desgostei regularmente
- 2 - Desgostei moderadamente
- 1 - Desgostei muitíssimo

CÓDIGO DA AMOSTRA	APARÊNCIA	AROMA	SABOR	TEXTURA

Com base na sua opinião, anote um X em relação a sua atitude de compra deste produto.

- () Certamente compraria
- () Possivelmente compraria
- () Talvez compraria/talvez não compraria
- () Possivelmente não compraria
- () Certamente não compraria

Obs.: _____