



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

SOLIANE HELEN FRANCO

**ASPECTOS TECNOLÓGICOS E CONCENTRAÇÃO DE AMIDO
RESISTENTE DE BANANA VERDE (*Musa sp.*) EM PÃO CONGELADO**

LARANJEIRAS DO SUL

2016

SOLIANE HELEN FRANCO

**ASPECTOS TECNOLÓGICOS E CONCENTRAÇÃO DE AMIDO
RESISTENTE DE BANANA VERDE (*Musa sp.*) EM PÃO CONGELADO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da
Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Engenharia de
Alimentos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Vânia Zanella Pinto

LARANJEIRAS DO SUL

2016

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

Franco, Soliane Helen

ASPECTOS TECNOLÓGICOS E CONCENTRAÇÃO DE AMIDO
RESISTENTE DE BANANA VERDE (Musa sp.) EM PÃO CONGELADO /
Soliane Helen Franco. -- 2016.

71 f.:il.

Orientadora: Vânia Zanella Pinto.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Engenharia de alimentos , Laranjeiras do Sul, PR, 2016.

1. Farinha de banana verde. 2. Farinha de casca de
banana verde. 3. Fibras. 4. Panificação. 5. Propriedades
tecnológicas. I. Pinto, Vânia Zanella, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

SOLIANE HELEN FRANCO

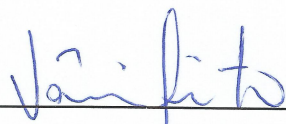
**ASPECTOS TECNOLÓGICOS E CONCENTRAÇÃO DE AMIDO
RESISTENTE DE BANANA VERDE (*Musa sp.*) EM PÃO CONGELADO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos na Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Laranjeiras do Sul-PR.

Orientadora: Professora Dr.^a Vânia Zanella Pinto

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 03 / 02 / 2017

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Vânia Zanella Pinto



Prof. Dr. Thiago Bergler Bitencourt



Prof.^a Dr.^a Larissa Canhadas Bertan

Aos meus pais Margarete e Pedro
por todo apoio e carinho. Dedico com
todo amor!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem ele nada seria possível.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Vânia Zanella Pinto, pela acolhida, oportunidade, orientação e confiança na realização deste trabalho. Agradeço também ao seu sempre bom humor, ensinamentos e por nunca medir esforços em ajudar. Muito Obrigada!

À banca examinadora por ter aceitado o convite e por contribuir com esse trabalho.

À Prof.^a Dr.^a Eduarda Molardi Bainy pelos ensinamentos, conselhos e bom humor durante a graduação.

Aos meus pais, por tudo que representam em minha vida. Agradeço por todo esforço, carinho e amor. Amo vocês!

À minha irmã Polyana, por ser a minha grande companheira e inspiração em todos os meus dias. Você faz o meu mundo girar!

Ao meu amor Wagner Rodrigues, por todo carinho, amizade e apoio ao longo da graduação e na vida.

À Kathyta e Marcela pela amizade e por terem sido tão presentes mesmo de longe. Vocês foram um grande presente na graduação.

À Pati, Sandra e Cris pela amizade, risadas e pela companhia em todos os momentos. Vocês tornaram tudo muito mais leve!

À Cristine, Caroline, Natiéli e Deise pelo auxílio nas análises e pela companhia nas horas de laboratório.

Ao Wyller, pela colaboração na análise de amido resistente.

Ao moinho Anaconda Industrial e Agrícola de Cereais, pelo fornecimento das amostras de farinha de trigo.

À empresa Granolab, pela doação dos aditivos.

À Quibasa através do projeto Bioclin na Escola pela doação de kits para determinação de glicose.

Ao Centro de Pesquisas em Alimentação (Cepa) da Universidade de Passo Fundo pelo auxílio nas análises.

Aos professores do curso de Engenharia de Alimentos, por todo conhecimento transmitido ao longo da graduação.

Aos técnicos de laboratório pelo apoio e colaboração no decorrer do trabalho.

À Universidade Federal da Fronteira Sul pela infraestrutura para o desenvolvimento desta pesquisa.

"Se não houver frutos, valeu a beleza das flores; se não houver flores, valeu a sombra das folhas; se não houver folhas, valeu a intenção da semente." (Henfil).

RESUMO

O aumento na produção do setor de massas congeladas, bem como do sistema de distribuição, tem estimulado a demanda de pão e outros produtos forneados na hora. Devido a sua curta vida de prateleira e boa aceitação, os pães têm sido reformulados com a intenção de torná-los fortificados e atrativos a um público ainda maior, podendo se tornar fonte de fibras e proteínas. Aliado a isso, produtos industrializados de banana cada vez mais despertam interesse pela fabricação da farinha, especialmente de bananas verdes, pelo elevado conteúdo de amido resistente e fibra alimentar. Além disso, estes produtos são opções alternativas para produtos de panificação, reduzindo desperdício tanto da casca como da polpa. Nesse contexto, objetivou-se desenvolver formulações de pão congelado com substituição parcial por farinha de banana verde (FBV) e farinha de casca de banana verde (FCBV), contribuindo assim para o aporte nutricional, tecnológico e sensorial. Seis formulações de pães foram elaboradas, sendo elas FC, como formulação controle (100% farinha de trigo), F1, F2 e F3 com substituição por farinha de banana verde nas concentrações 5, 10 e 30%, respectivamente e, F4 e F5 com substituição por farinha de casca de banana verde, nas concentrações 5 e 10%, respectivamente. As farinhas elaboradas foram avaliadas quanto ao rendimento, índice de perdas, composição centesimal, cor, índice de absorção de água (IAA), índice de absorção de óleo (IAO) e amido resistente (AR), e as misturas de farinhas foram avaliadas quanto ao teor de umidade, atividade de água, propriedades de pasta e análise farinográfica. Nos pães foram determinados os parâmetros físicos como rendimento, volume específico, cor, escore de pontos e amido resistente (formulações FC, F1, F3 e F4) nos tempos, inicial e 15 dias de congelamento. O rendimento da FBV foi 24,9% e 5,3% para FCBV, sendo os maiores constituintes os carboidratos e a fibra alimentar, com baixo teor de umidade (11,4% para FBV e 6,94% para a FCBV). A FBV e FCBV apresentaram acidez de 0,23 e 0,29 NaOH/100g, respectivamente, e 0,48 e 0,47 para a atividade de água, respectivamente. As farinhas não apresentaram diferença ($p < 0,05$) entre si para o índice de absorção de óleo e, apresentaram IAA 3,63 e IAO 5,61 g.g^{-1} para FBC e FCBV, respectivamente. O teor de AR na FBV foi 9,85% e na FCBV 7,58%. A coloração apresentou medidas de luminosidade (L^*) menores (entre 47 e 52) para a FBV e FCBV, sendo farinhas mais escuras. Com base nas análises das misturas, F3 apresentou o melhor tempo de desenvolvimento (7,40 min), sendo considerada uma farinha média. Quanto à estabilidade e ao índice de tolerância à mistura as misturas foram classificadas como farinhas médias a forte. Para a viscosidade final as farinhas variaram entre 139 a 246 RVU com semelhante tendência à retrogradação. Os parâmetros físicos dos pães mostraram uma redução no rendimento com os tempos de congelamento (15 dias), sendo que F5 variou no volume específico e obteve menor crescimento da massa, apresentando maior fator de expansão. O teor de AR aumentou com adição de FBV e FCBV, quando comparado com FC. A adição dessas farinhas em pão congelado resultou em um produto de panificação diferenciado, com aporte nutricional proveniente do teor intermediário de amido resistente, presente na farinha de banana verde e de casca de banana verde.

Palavras-chave: Farinha de banana verde. Farinha de casca de banana verde. Fibras. Panificação. Propriedades tecnológicas.

ABSTRACT

The increase in the production of the frozen pasta sector as well as the distribution system has stimulated the demand for bread and other products on the spot. Due to their short shelf life and good acceptance, breads have been reformulated with the intention of making them fortified and attractive to an even larger public, and can become a source of fiber and protein. Allied to this, industrialized banana products are increasingly interested in the manufacture of flour, especially green bananas, because of the high content of resistant starch and dietary fiber. In addition, these products are alternative options for bakery products, reducing waste both the bark and the pulp. In this context, the objective was to develop frozen bread formulations with partial substitution for green banana flour (FBV) and green banana peel flour (FCBV), thus contributing to the nutritional, technological and sensorial contribution. Six formulations of breads were elaborated, being FC, as control formulation (100% wheat flour), F1, F2 and F3 with substitution by green banana flour in concentrations 5, 10 and 30%, respectively, and F4 and F5 with Substitution by green banana peel meal, in concentrations 5 and 10%, respectively. The elaborated flours were evaluated for yield, loss index, centesimal composition, color, water absorption index (IAA), oil absorption index (IAO) and resistant starch (AR), and the flour mixtures were evaluated To moisture content, water activity, pulp properties and pharynographic analysis. The physical parameters such as yield, specific volume, color, stitch score and resistant starch (formulations FC, F1, F3 and F4) at the initial and 15 days of freezing were determined in the loaves. The FBV yield was 24.9% and 5.3% for FCBV. The major constituents were carbohydrates and dietary fiber, with low moisture content (11.4% for FBV and 6.94% for FCBV). The FBV and FCBV presented acidity of 0.23 and 0.29 NaOH/100g, respectively, and 0.48 and 0.47 for the water activity, respectively. The flours presented no difference ($p < 0.05$) for the oil absorption index, and presented IAA 3.63 and IAO 5.61 g.g⁻¹ for BCF and FCBV, respectively. The AR content in the FBV was 9.85% and in the FCBV 7.58%. The coloration showed lower luminosity measurements (L^*) (between 47 and 52) for FBV and FCBV, being darker flours. Based on the analysis of the mixtures, F3 presented the best development time (7.40 min), being considered a medium flour. Regarding the stability and the tolerance index to the mixture, the mixtures were classified as medium to strong flours. For the final viscosity the flours ranged from 139 to 246 RVU with similar tendency to retrograde. The physical parameters of the breads showed a reduction in the yield with the freezing times (15 days), with F5 varying in the specific volume and lower growth of the mass, presenting a higher expansion factor. The AR content increased with addition of FBV and FCBV when compared to FC. The addition of these flours to frozen bread resulted in a differentiated bakery product with nutritional content from the resistant starch intermediary content present in green banana flour and green banana peel

Keywords: Green banana flour. Flour of green banana peel. Fibers. Baking. Technological properties

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Fluxograma de obtenção da farinha de polpa de banana verde e de casca	16
Figura 2. Sequência de etapas para a obtenção da farinha de polpa de banana verde e de casca: (a) Separação do cacho e seleção; (b) Sanitização e lavagem; (c) polpa descascada imersa em solução para inativação enzimática; (d) rodela de polpa; (e) cascas em tira (f) moagem da polpa de banana verde seca e obtenção da farinha.	17
Figura 3. Formulação F2 dos pães (10% FBV), modelada no formato de "bola"	19
Figura 4. Diagrama referente ao espaço de cor CIE L*a*b* e CIE L*C*h*, respectivamente.	22
Figura 5. Curva de viscosidade típica do Analisador Rápido de Viscosidade (RVA).	24
Figura 6. Curva típica de farinografia para farinha de trigo.	25
Figura 7. Farinha de trigo (a), farinha de banana verde (b) e farinha de casca de banana verde (c).	33
Figura 8. Curvas de RVA da farinha de trigo controle (FC) e das misturas de FC com farinha de banana verde (FBV) (A) e farinha de casca de banana verde (FCBV) (B).	36
Figura 9. Pães elaborados em 7 e 15 dias de congelamento	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional em 100g de banana prata crua	5
Tabela 2. Critérios quantitativos para alegações relacionadas à concentração de fibra alimentar em alimentos prontos para o consumo	8
Tabela 3. Formulações para a produção de pão controle e com substituição parcial de farinha de trigo por FBV e FCBV	18
Tabela 4. Rendimento (R) e índice de perdas (IP) da farinha de polpa e de casca de banana verde Prata.	27
Tabela 5. Composição química da farinha de trigo, farinha de banana verde e farinha de casca de banana verde.	28
Tabela 6. Parâmetros físicos e acidez da farinha de trigo, farinha de banana verde e farinha de casca de banana verde.....	31
Tabela 7. Medidas de cor, croma e ângulo <i>hue</i> das farinhas de trigo (FT), farinha de banana verde (FBV) e farinha de casca de banana verde (FCBV).	32
Tabela 8. Concentração de amido resistente (AR) na farinha de trigo, farinha de banana verde e farinha de casca de banana verde.....	33
Tabela 9. Umidade e atividade de água (<i>aw</i>) da farinha de trigo controle (FC) e das misturas de farinha de trigo e farinha de banana verde ou farinha de casca de banana verde.....	34
Tabela 10. Propriedades de pasta da farinha de trigo controle (FC) e das misturas de FC com farinha de banana verde (FBV) e farinha de casca de banana verde (FCBV).....	35
Tabela 11. Parâmetros farinográficos da farinha de trigo controle (FC) e das misturas de farinha de trigo e farinha de banana verde ou farinha de casca de banana verde.....	37
Tabela 12. Rendimento médio e volume específico das formulações de pães pré-fermentados congelados nos tempos 7 e 15 dias, e tempo inicial.....	39
Tabela 13. Fator de expansão dos pães nos tempos inicial, 7 e 15 dias de congelamento	40
Tabela 14. Teor de amido resistente (%) para as formulações FC, F1, F3 e F4, nos tempos 0 e 15 dias de congelamento.....	41
Tabela 15. Medidas de cor, croma e ângulo <i>hue</i> do miolo dos pães no tempo inicial, 7 e 15 dias de congelamento.....	42
Tabela 16. Medidas de cor, croma e ângulo <i>hue</i> da crosta dos pães no tempo inicial, 7 e 15 dias de congelamento.....	43
Tabela 17. Pontuação total dos pães no escore tecnológico	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1OBJETIVO GERAL	3
1.1.1Objetivos Específicos	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1BANANA (<i>Musa sp.</i>)	4
2.1.1Produção e comercialização da banana	6
2.1.2Farinha de Banana Verde	7
2.2FIBRA ALIMENTAR	7
2.3PANIFICAÇÃO	10
2.3.1Farinha de trigo	10
2.3.2Açúcar, água e sal	11
2.3.3Gordura	12
2.3.4Aditivos e coadjuvantes	12
2.4CONGELAMENTO	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1 MATÉRIA-PRIMA E INGREDIENTES	15
3.2 OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA	15
3.1.1 Rendimento na produção da farinha de banana verde e de casca	17
3.3 OBTENÇÃO DOS PÃES	18
3.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL das farinhas e parâmetros tecnológicos	19
3.4.1 Composição química das farinhas	19
3.4.2 Amido resistente	20
3.4.3 Determinação do pH, atividade de água (Aw) e acidez titulável	21
3.4.4 Determinação de cor	22
3.5 ANÁLISES DAS MISTURAS DE FARINHAS	23
3.5.1 Umidade e atividade de água	23

3.5.2 Propriedades de pasta.....	23
3.5.3 Farinografia	24
3.6 ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICOS DOS PÃES E AMIDO	25
3.6.1 Rendimento no assamento	25
3.6.2 Fator de expansão.....	25
3.6.3 Determinação do volume e volume específico.....	25
3.6.5 Amido resistente	26
3.6.7 Análise estatística	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 RENDIMENTO DAS FARINHAS DE BANANA VERDE E DE CASCA DE BANANA VERDE.....	27
4.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FARINHA E PARÂMETROS TECNOLÓGICOS.....	28
4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS MISTURAS DE FARINHAS	34
4.4 PARÂMETROS FÍSICOS DOS PÃES E AMIDO RESISTENTE.....	38
5. CONCLUSÕES	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

Cultivada em todo o Brasil a banana é uma das frutas mais consumidas do mundo, representando a quarta cultura agrícola mais importante, depois do arroz, trigo e milho. Esta cultura possui grande importância social, pois é fonte barata de energia, minerais e vitaminas. O Brasil está entre os cinco maiores produtores de banana do mundo, porém com pouca expressividade no mercado mundial, pois seus índices de desperdício são considerados altos, representando perda econômica para o país (ARRUDA et al., 2008).

Um dos aspectos do desenvolvimento brasileiro, devido à característica agrícola do País, está relacionado com o desenvolvimento dos setores agroindustriais. A exemplo dos complexos canavieiros e cítricos, outros setores de importância socioeconômica têm sido explorados. As agroindústrias possuem visão integralizada com o objetivo de trazer aos produtos agrícolas maior valor agregado, evitando o desperdício de alimentos, aumentando a renda dos produtores e trazendo matérias-primas alternativas e nutritivas à mesa do consumidor (BORGES, 2003; COSTA GUILHOTO, IMORI, 2013).

O principal subproduto da banana verde é a farinha de banana, sendo uma das formas mais comuns de preservação da fruta neste estágio de maturação. Assim como a polpa, a casca da banana verde também tem sido bastante utilizada como estratégia de agregação de valor a mesma. Sob o ponto de vista tecnológico e comercial, ambas vem ganhando destaque devido à grande variedade de vitaminas e minerais, assim como pelo seu alto conteúdo de fibra alimentar e amido resistente, servindo como ingrediente na elaboração de novos produtos como biscoitos, bolos, pães, sorvetes, produtos dietéticos entre outros, se mostrando como um empreendimento promissor (NETO, 1998; LIMA; NEBRA; QUEIROZ, 2000; BORGES, 2003).

As farinhas de banana verde apresentam cerca de 65 % de amido em sua constituição, conteúdo aproximado quando comparado com os da farinha de trigo (72 %), segundo a Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (BRASIL, 1978). Estas farinhas podem ser utilizadas como substitutos parciais da farinha de trigo que são tradicionalmente utilizadas na elaboração de inúmeros produtos de panificação e confeitaria, ou para substituição integral, sendo assim, uma alternativa utilizada para elaboração de produtos para pacientes celíacos, por exemplo, já que não possui glúten em sua composição, sem causar grandes alterações sensoriais aos alimentos, por possuir um sabor leve (DEMIATE, CEREDA, 2000; LOBO, SILVA, 2003).

Um dos fatores que limita a vida de prateleira dos produtos de panificação, em especial os pães, é o envelhecimento que ocorre devido à retrogradação do amido e a redução da umidade que contribuem para aumentar a firmeza do miolo, dando uma sensação de produto seco quando ingerido. Esses fatores, aliados à necessidade de diminuir os custos operacionais e expandir o mercado, têm levado as panificadoras a exigirem novas tecnologias de conservação e o desenvolvimento de novos métodos de produção de massas em geral (ESTELLER, 2004).

O amido presente na banana verde e em outras espécies botânicas possuem diversas propriedades funcionais quando aplicado em alimentos e em outros setores industriais. É uma matéria-prima abundante, renovável e biodegradável, que pode ser extraído com alta pureza por meio de processos industriais simples, sendo facilmente convertido em várias substâncias por processos químicos e bioquímicos (LEONEL et al, 2011).

A crescente expansão do setor de massas congeladas e do sistema de distribuição através de pontos de venda têm estimulado a demanda de consumo de pão quente e outros produtos de panificação forneados na hora. O pão pode ser considerado um alimento popular, consumido na forma de lanches ou junto com as refeições. Suas características sensoriais favorecem o consumo, e o fácil acesso no mercado contribui para o crescimento progressivo, o que requer novas formulações, maquinários e aditivos alimentares seguros (ESTELLER, 2004; GUTKOSKI, et al., 2005).

A preservação de alimentos pelo congelamento acontece devido à combinação de baixas temperaturas, redução de atividade de água (A_w) e, entre outros, pelo branqueamento. Quando o congelamento é realizado com técnicas adequadas, ocorrem apenas pequenas mudanças nas características sensoriais ou na qualidade nutricional dos alimentos, dentre elas a degradação de pigmentos, perdas de vitaminas, oxidação de lipídeos e atividade enzimática residual (GUTKOSKI et al., 2005).

Sendo assim, a adição de farinhas com elevado teor de fibras em formulações de pães congelados apresenta-se como uma alternativa a quem procura e consome alimentos funcionais e deseja uma maior gama desses produtos em mercados e panificadoras. O congelamento desse produto pode garantir a sua maior distribuição e melhor acesso a todos os públicos, bem como a viabilização de todo o processo.

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver formulações de pão pré-fermentado congelado com substituição parcial de farinha de trigo por farinha de banana verde e farinha de casca de banana verde.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Obter farinha de banana verde (BV) e de casca de banana verde (CBV);
- Determinar o rendimento da farinha de BV e CBV;
- Determinar a composição centesimal e a coloração da farinha de BV e CBV;
- Determinar o índice de absorção de água (IAA), o índice de absorção de óleo (IAO) e o teor de amido resistente das farinhas de BV e CBV;
- Elaboração de pães nas concentrações 0%, 10% e 30% de substituição de farinha de BV e 0%, 5% e 10% de CBV;
- Preparar misturas de farinha de trigo com substituição parcial por farinha de BV (0%, 10% e 30%) e de CBV (0%, 5% e 10%);
- Caracterizar as misturas obtidas quanto ao teor de umidade, atividade de água (aw), viscosidade e farinografia;
- Elaborar pães com as misturas de farinha de trigo e farinha de BV (0%, 10% e 30%) e de CBV (0%, 5% e 10%);
- Determinar os parâmetros físicos dos pães quanto ao rendimento no assamento, fator de expansão, volume específico e cor após o forneamento;
- Determinar o teor de amido resistente (AR) nos pães no tempo inicial e 15 dias de congelamento;
- Determinar o escore tecnológico das formulações dos pães congelados após o forneamento.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BANANA (*Musa sp.*)

A maioria das cultivares de banana originou-se no continente Asiático, evoluindo a partir das espécies diplóides selvagens *Musa acuminata Colla* e *Musa balbisiana Colla*, razão pela qual as plantas geradas apresentam características das duas espécies (ALVES, 1999). As bananeiras pertencem a classe *Monocotyledoneae*, da ordem *Scimitales*, família *Musaceae* e subfamília *Musoideae* com dois gêneros *Musa*, que se encontram os frutos comestíveis e de interesse tecnológico e *Ensete* com frutos ornamentais (ALVES, 1999).

A banana prata foi introduzida no Brasil pelos portugueses, sendo mais consumida no nordeste e norte do país. O cacho apresenta frutos pequenos, de sabor doce e suavemente ácido. A banana prata Anã, também conhecida como “prata de Santa Catarina” apresenta as pencas mais juntas e menores, mas com mesmo sabor da banana prata (BORGES, SOUZA, 2004).

Existem mais de 150 variedades de bananeiras, porém são poucas as que atendem o mercado, no que se refere ao potencial agrônomo, alta produtividade, qualidade de fruto, tolerância à pragas, doenças e porte adequado. Entre os cultivares, alguns destacam-se em relação à produção e comercialização, que são: Grande Naine, Nanicão, Nanica, Branca, Maçã e Mysore (CRUZ; COSTA, 2007).

A banana possui um padrão respiratório climatérico, podendo ser colhida antes do seu amadurecimento. Esse padrão é caracterizado pelo aumento da taxa respiratória e da produção de etileno durante o climatério, sendo que nesta fase se iniciam as principais alterações sensoriais no fruto, como pigmentação amarela da casca, amaciamento da polpa e mudanças no sabor e aroma, característicos da fruta madura (BORGES; SOUZA, 2004; CHITARRA, CHITARRA, 2005).

A respiração fornece energia para as reações metabólicas que promovem o amadurecimento de frutos e vegetais, mediada pelo etileno. Este é um fito hormônio que desencadeia o processo climatérico e a consequente elevação das taxas respiratórias, assim, o prolongamento da vida útil pós-colheita da banana depende da redução da taxa respiratória e da produção de etileno endógeno ou da absorção de etileno exógeno (BORGES; SOUZA, 2004).

Após a colheita, em sua maturidade fisiológica, a banana caracteriza-se pelo baixo teor de açúcares, alto teor de amido e elevada adstringência, que ocorre devido aos compostos fenólicos presentes na polpa (BORGES; SOUZA, 2004; CHITARRA, CHITARRA 2005).

Com o amadurecimento ocorre a hidrólise do amido e o acúmulo de açúcares solúveis, redução da adstringência e amadurecimento da polpa. Na casca, observa-se o amarelecimento originado pela degradação da clorofila, aparecimento e síntese dos pigmentos carotenoides, responsáveis pela coloração amarela (BORGES; SOUZA, 2004; CHITARRA, CHITARRA 2005).

A banana é uma fruta com elevado valor nutricional, conforme Tabela 1, sendo boa fonte energética, possuindo alto teor de carboidratos (amidos e açúcares), teores consideráveis de vitamina A, B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e C e de sais minerais como potássio, fósforo, cálcio e magnésio (BORGES; SOUZA, 2004).

Tabela 1. Composição nutricional em 100g de banana prata crua

Composição Química	Quantidade
Umidade (%)	71,9
Energia (Kcal)	98,0
Proteína (g)	1,3
Lipídeos (g)	0,1
Carboidrato (g)	26,0
Fibra Alimentar (g)	2,0
Cinzas (g)	0,8
Cálcio (mg)	8,0
Magnésio (mg)	26,0
Fósforo (mg)	22,0
Potássio (mg)	358,0
Vitamina C (mg)	21,6

Fonte: Taco (2011).

A alteração mais importante que ocorre na banana durante a maturação é a transformação do amido em açúcares. Ocorre uma diminuição dos carboidratos totais devido à utilização no processo de respiração e os sólidos totais apresentam pequena redução a medida que a fruta amadurece, o que se atribui a uma absorção de água pela polpa. No entanto, os sólidos solúveis aumentam rapidamente, devido a degradação do amido em açúcares solúveis (HOFSETZ, 2003).

2.1.1 Produção e comercialização da banana

A banana é a segunda fruta mais consumida no planeta, com 11,4 kg/hab/ano, perdendo apenas para a laranja, com 12,2 kg/hab/ano. O continente americano é o maior consumidor, com 15,2 kg/habitantes/ano, destacando-se a América do Sul, com 20 kg/habitantes/ano e a América Central, com 13,9 kg/habitantes/ano (FAO, 2015).

A produção mundial de bananas, em 2013 foi de 105.956.705 t (FAO, 2013). Os maiores produtores são a Índia e a China e Filipinas, sendo Brasil o 4º produtor mundial, com área de 485.075 ha e produtividade de 6.892.622 t em 2013 (FAO, 2013).

Na produção brasileira de bananas, a maior parte é consumida in natura. Apenas cerca de 3% da produção são industrializados, sendo 33% dos produtos consumidos no mercado interno. O principal produto derivado da banana é o purê, correspondendo a 55% do total de produtos industrializados, sendo este exportado para o Japão, Estados Unidos e Europa. Também são produzidos em menor quantidade a bananada, banana-passa, chips, fruta cristalizada, balas, farinha, néctar, licor, entre outros (BORGES, SOUZA, 2004).

A banana é cultivada desde a faixa litorânea até os planaltos do interior do Brasil. Apresenta características peculiares que a diferencia das outras regiões produtoras do mundo, tanto em relação à diversidade climática em que é explorada quanto ao uso de cultivares, forma de comercialização e exigências do mercado consumidor (FIOVARANÇO, 2003). Os cultivos são geralmente de formatos tradicionais, com baixos índices de capitalização e baixo nível de tecnologia, o que pode justificar a inexpressividade mundial do Brasil em relação à esta fruta (FIOVARANÇO, 2003).

O alto volume de exportação desta fruta é justificado por algumas características referentes ao cultivar, tais como: grande rendimento por hectare, obtendo uma produção de 75 a 100 toneladas de fruta por hectare, em regiões tropicais; apresentar um ciclo relativamente curto, podendo um cacho ser colhido, em 12 - 14 meses após o plantio das mudas; pela facilidade de propagação, permitindo a obtenção de grande quantidade de mudas em pouco tempo e, pela produção contínua, podendo ser produzida o ano todo (MANICA, 1997).

No Brasil, as perdas da cadeia produtiva da banana podem chegar a 40% da produção. Sendo assim, a industrialização da banana pode representar uma importante forma para minimizar perdas pós-colheita, aumentando a vida-de-prateleira e agregando valor ao produto (BORGES; SOUZA, 2004).

2.1.2 Farinha de Banana Verde

Na industrialização da banana, as cascas geralmente servem como alimento para animais e produção de etanol, mas grande parte ainda é descartada. Uma alternativa para evitar o desperdício destes resíduos, consiste no aproveitamento dos mesmos como matéria-prima para a produção de novos alimentos, incluídos na dieta humana (OLIVEIRA et al 2002). O processamento da casca da banana verde dá origem à farinha, sendo obtida quando esta é submetida a um branqueamento, ou seja, uma inativação enzimática, seguida da secagem até umidade constante e por último à moagem (PESSOA, 2009).

A farinha de banana verde apresenta conteúdo significativo de amido que não é digerido no intestino delgado, denominado amido resistente, e possui funções fisiológicas semelhantes a fibra alimentar (FASOLIN et al, 2007). A farinha de banana verde é de grande utilidade em vários alimentos, pois não altera sabor, aumenta a quantidade de fibras, proteínas e nutrientes, assim como o rendimento do produto. Além disso, pode-se também ser considerada como um emulsificante, para adição em maioneses, margarinas e outras emulsões (IZIDORO, 2008).

As farinhas de polpa e da casca de banana podem ser exploradas para a utilização em produtos de panificação, produtos dietéticos, alimentos infantis, dentre outros. A casca representa cerca de 40 a 50% do peso da fruta madura, mas ainda assim é pouco estudada. Além disso, é rica em fibras e diversos nutrientes, entre eles minerais com atividade antioxidante como magnésio, manganês e zinco, além de ser pobre em sódio (PEREIRA, 2007).

O aproveitamento das cascas de frutas é uma importante alternativa ao acúmulo de perdas em toda cadeia produtiva, dando origem à produção de alimentos totalmente viáveis para serem incluídos na dieta humana (OLIVEIRA et al., 2002).

2.2 FIBRA ALIMENTAR

De acordo com a American Association of Cereal Chemists (AACC), fibra alimentar é a parte comestível de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado humano com completa ou parcial fermentação no intestino grosso, incluindo polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e substâncias associadas de plantas (AACC, 2000). Ainda segundo a AACC (2000), a fibra alimentar promove efeitos

fisiológicos benéficos, incluindo laxação e/ou atenuação do nível de colesterol, ou de glicose no sangue.

Os alimentos são considerados fontes de fibra alimentar ou com alto teor de fibra alimentar quando atendem aos critérios apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Critérios quantitativos para alegações relacionadas à concentração de fibra alimentar em alimentos prontos para o consumo

Alegação	Quantidade de Fibra alimentar no produto
Fonte de fibra alimentar	Mínimo de 3g/10 de alimento sólido
	Mínimo de 1,5g/100 ml de alimento líquido
Alto teor de fibra alimentar	Mínimo de 6g/100g de alimento sólido
	Mínimo de 3g/100 ml de alimento líquido

Fonte: Brasil (1998).

A ingestão de alimentos contendo fibras insolúveis traz muitos benefícios como redução do tempo de retenção do bolo fecal no intestino grosso, reduzindo o tempo de contato do órgão com substâncias cancerígenas e por consequência reduzindo o índice de câncer colorretal. Já as fibras solúveis, encontradas em frutas, leguminosas e grãos, influenciam no tempo de digestão no estômago, ajudam a diminuir a quantidade de colesterol absorvido e são fermentadas pelas bactérias da flora intestinal, permitindo a proliferação de bactérias benéficas no organismo (NUTRINEWS, 2001; WASZCZYNSKYJ et al. 2001).

2.2.1 Amido Resistente

O termo amido resistente foi sugerido inicialmente por Englyst, Wiggins e Cummings em 1982, que constataram que muitos alimentos processados continham maior teor de polissacarídeos não-amidos que os da fonte originalmente empregada para a sua preparação (ENGLYST, WIGGINS, CUMMINGS, 1982; MATSUDA, 2007). Através de análises detalhadas mostrou-se que este aumento estava relacionado à presença de alfa-glucanos, que poderiam ser detectados como glicose após serem dispersos em hidróxido de potássio e, submetidos à hidrólise por enzimas amilolíticas (ENGLYST, WIGGINS, CUMMINGS, 1982). Sendo assim, definiu-se amido resistente como “a soma do amido e seus produtos de degradação que não são absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis” (ASP, 1992). Pode-se dizer, então, que o amido resistente é a fração que não fornecerá glicose ao organismo, mas que será fermentada no intestino grosso para produzir gases e ácidos graxos de cadeia curta, principalmente. Devido a esta característica, considera-se que os efeitos do

amido resistente sejam, em alguns casos, comparáveis aos da fibra alimentar e, por este motivo, normalmente é considerado como um componente desta (CHAMP, FAISANT, 1996).

O amido pode ser classificado, de acordo com Englyst et al. (1992), como glicêmico ou resistente. O primeiro é degradado em glicose por enzimas do trato digestivo, sendo classificado como amido rapidamente digerível, que é hidrolisado em glicose dentro de 20 min. Já o amido resistente é lentamente digerível no intestino delgado, sendo convertido em glicose dentro de 20 e 110 min.

O amido resistente é constituído por compostos heterogêneos, sendo classificados em quatro tipos diferentes: amido resistente tipo 1 (AR1), que são grânulos fisicamente inacessíveis, encapsulados na matriz do alimento e presente em sementes e leguminosas com elevado conteúdo proteico; amido resistente tipo 2 (AR2), presente especialmente na banana verde, refere-se aos grânulos de amidos nativos, encontrados no interior da célula vegetal, naturalmente resistentes, apresentando lenta digestibilidade devido as características intrínsecas da estrutura cristalina dos seus grânulos; amido resistente tipo 3 (AR3) consiste em polímeros de amido retrogradado, produzidos quando o amido é resfriado após gelatinização e o amido resistente tipo 4 (AR4) representado por um amido quimicamente modificado que é incorporado na formulação de diversos alimentos (BEDNAR et al., 2001).

Segundo Lobo e Silva (2003), após a gelatinização, com o passar do tempo e com a diminuição da temperatura (resfriamento e congelamento, principalmente) as cadeias de amido interagem mais fortemente entre si, obrigando a saída de água e promovendo, assim, a sinérese. Os polímeros de amilopectina retrogradados, limitados pelas suas estruturas ramificadas, são menos ligados do que os de amilose retrogradada, o que confere a esta maior resistência à hidrólise enzimática (LOBO; SILVA, 2003).

Outro fator que deve ser levado em consideração com relação a formação de amido resistente é a interação com outros nutrientes presentes no alimento, bem como, os processos de cocção utilizados. De acordo com Tovar et al. (2002), alimentos com quantidades significativas de amido, quando cozidos com adequada proporção de água e em seguida resfriados, havendo assim, um processo de gelatinização acabam sofrendo retrogradação do amido. Por sua vez, esse amido retrogradado se torna menos disponível para ser digerido. De forma análoga, o elevado teor de amilose juntamente com baixas temperaturas de armazenamento e baixa umidade de gel de amido pode influenciar a retrogradação do amido tornando-o uma fonte de amido resistente. Tais fatores sugerem que o resfriamento e o congelamento aumentam os teores de amido resistente nos alimentos (TOVAR et al, 2002).

2.3 PANIFICAÇÃO

Pães são produtos oriundos da farinha de trigo e/ou outras farinhas, adicionados de água, resultantes do processo de cocção e fermentação, podendo conter outros ingredientes. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005).

A maior parte dos produtos panificados é composta por ingredientes que desempenham funções específicas no processo de transformação da massa. Na maioria das vezes a maior ou menor importância desses ingredientes está associada com a quantidade adicionada à massa e ao tipo de produto (BORGES, 2003). Na produção de pão os ingredientes essenciais são a farinha de trigo, água, gordura, fermento, sal e açúcar.

2.3.1 Farinha de trigo

O trigo é um dos cereais mais importantes no cotidiano humano. A sua origem tem data de cerca de 10 ou 12 mil anos, contribuindo de maneira vital à fixação do homem à terra. Pela sua importância, tornou-se símbolo de diversas culturas e religiões e, está presente no dia-a-dia da maior parte da população mundial. Além do cultivo principal para a alimentação humana, é uma importante fonte de alimentação animal, pela produção de grãos para ração, pela subutilização de lotes não classificados para o consumo humano e através do aproveitamento de subprodutos da moagem do trigo (ZARDO, 2010).

A qualidade da farinha de trigo está relacionada com a qualidade do grão de trigo, desde interações que a cultura sofre no campo, condições de solo, clima, manejo da cultura, entre outros aspectos, bem como operações de colheita, condições de secagem, armazenamento e moagem (GUTKOSKI et al., 2005).

De acordo com a Instrução Normativa nº8 de 2 de junho de 2005, do MAPA (Ministério da agricultura, agropecuária e abastecimento), a farinha de trigo é o produto obtido a partir da moagem de espécies do gênero *Triticum*, exceto *Triticum Durum*, de trigo beneficiado. Existem inúmeras variedades de trigo que diferem entre si especialmente pelas características do grão, como pH e dureza, potencial de extração de farinhas, pelo teor de proteínas, pelas características do glúten, capacidade de absorção de água e pela atividade enzimática. Tais diferenças apontam para a melhor utilização do trigo e de suas farinhas, sendo que massa, pães, biscoitos e bolos requerem padrões distintos de farinhas (SENAI, 2009).

Entre as principais características que influenciam na qualidade da farinha, podem ser citadas a estabilidade, cinzas, a força geral do glúten e o número de queda. Estas

características são dependentes do grão de trigo utilizado, bem como da qualidade geral do processo industrial de sua obtenção (ZARDO, 2010).

2.3.2 Açúcar, água e sal

O açúcar possui a finalidade de conferir efeitos desejáveis no produto final e desenvolvimento da massa no assamento, favorecendo principalmente a reação de escurecimento não enzimático, conhecido como reação de Maillard. Além disso, tem como finalidade melhorar a textura, aparência e sabor dos pães (MORAES et al., 2010). A granulometria do açúcar está relacionada com o fator de expansão, visto que o tipo de açúcar, sendo ele grosso, fino ou líquido, bem como as suas quantidades, alteram as características físicas dos produtos panificados (MORAES et al., 2010).

A água tem como função hidratar a farinha, dissolver parte das proteínas, inchando os grânulos de amido e assegurando a união das proteínas que darão origem à rede de glúten na qual o amido está disperso. Ao mesmo tempo, água promove a formação de um meio úmido favorável às atividades fermentativas e enzimáticas (MATSUDA, 2007).

A dosagem de água nas formulações é fundamental na consistência final da massa, contribuindo para a maciez e textura do pão. A insuficiência de água provoca baixa hidratação do glúten, que não desenvolve adequadamente sua elasticidade, enquanto, uma quantidade excessiva de água resulta em uma massa pegajosa, com baixa resistência à extensão (CARR; TADINI, 2003). A água também atua como solvente e plastificante, permitindo que durante o processo de cozimento ocorra o fenômeno de gelatinização do amido (PAVANELLI, 2016).

O sal exerce duas funções principais: a primeira é contribuir para o sabor do pão, e a segunda relaciona-se com as propriedades reológicas da massa, pois o sal faz com que a massa fique mais “forte”, ou seja, aumentando a resistência à extensão do glúten (PAVANELLI, 2016).

O sal auxilia na formação da rede de glúten. A gliadina, proteína que compõe o glúten, tem baixa solubilidade em água com sal. Como resultado de uma massa obtida utilizando água e sal, consiste maior quantidade de glúten formado com fibras curtas, como consequência das forças de atração que ocorrem na rede formada com o sal, apresentam uma massa rígida e mais compacta (QUAGLIA, 1991). O sal também influencia na duração e conservação do produto, devido a sua capacidade de absorver água (higroscopicidade). Em pães conservados em ambiente seco, o sal reduz a transferência de umidade do produto para o ar, retardando o ressecamento e endurecimento da crosta. Em ambiente úmido, o sal tende a

adquirir a umidade do ar, introduzindo-a no produto, exercendo assim, efeito negativo sobre o tempo de conservação, com o aumento da atividade de água do produto (QUAGLIA, 1991).

2.3.3 Gordura

A adição de gordura nas formulações de pão proporciona ao produto final maciez e reduz a gomosidade, característica esta indesejável. Além disso, a adição de gordura promove um aumento significativo no volume específico dos pães (FERREIRA; WATANABE, 1998), parâmetro importante quando se trata de pães congelados, visto que o mesmo pode afetar o crescimento e desenvolvimento do pão após o descongelamento, e também auxiliar no aumento da vida de prateleira (AQUINO, 2002).

A principal gordura utilizada na produção de pães é a gordura vegetal hidrogenada (GVH). Esta adição deve se dar em torno de 1 a 6%, com a finalidade de se obter massas mais extensíveis e estáveis na fermentação (AQUINO, 2002). Quando a GVH é adicionada, há uma diminuição do volume da massa, mas, ao mesmo tempo, os cristais de lipídeos presentes contribuem para a estabilização das bolhas de ar incorporadas á massa.

2.3.4 Aditivos e coadjuvantes

Dentre os aditivos alimentares utilizados na panificação, os emulsificantes (DATEM) são responsáveis por uma série de benefícios, como a facilidade de manipulação das massas, aumento do volume e incremento da vida de prateleira do produto final (SANTOS, 2008). Os emulsificantes ainda promovem melhor aeração da massa devido a sua interação com a água presente no sistema e facilita a hidratação das proteínas presentes na farinha de trigo (SANTOS, 2008).

Outros componentes empregados na panificação são os coadjuvantes. Estas são empregadas como componentes de melhoradores ou condicionadores de massas. As enzimas mais utilizadas em panificação o as amilases, porém, recentemente, vêm sendo introduzidas novas enzimas na tecnologia de panificação, entre as quais podemos destacar as hemicelulases e as proteases (QUEJI; SCHEMIN; TRINDADE, 2006). A alfa-amilase atua sobre o amido danificado, alterando a absorção de água e, conseqüentemente, a consistência e extensibilidade da massa. Quando a ação é sobre o amido gelatinizado, na etapa do forneamento, ocorrem melhorias no volume e na coloração da crosta e miolo, proporcionando maciez e retardando o envelhecimento precoce dos pães (QUEJI; SCHEMIN; TRINDADE, 2006).

A alfa-amilase ainda promove a hidrólise do amido, liberando açúcares para a fermentação e aumento do volume. A conversão do amido a açúcares solúveis (sacarose, glicose e frutose) envolve várias enzimas em várias vias metabólicas, representando uma heterogeneidade da atividade enzimática (AREAS e LAJOLO, 1981).

O ácido ascórbico é um agente oxidante de farinhas, que não possui valor nutritivo, e é adicionado às massas com a finalidade de torná-las menos extensíveis. O ácido ascórbico eleva também a capacidade de absorção de água, retenção de gases da fermentação, melhora o volume e aspectos gerais da crosta e miolo dos pães (SARAIVA, SILVA e CLEMENTE, 2010).

O glúten vital é um aditivo utilizado na indústria de panificação, sendo recomendado para pães especiais (congelados, com adição de fibras, gérmens e outros ingredientes inertes), panetones ou mesmo quando se utiliza farinha de trigo com baixa quantidade ou qualidade de glúten. A adição do glúten vital proporciona maior volume e melhor textura e uniformidade, além de garantir a melhor conservação do produto final (TEDRUS et al., 2001).

De acordo com a Resolução CNPA nº 38, aprova como coadjuvantes da tecnologia destinadas à fabricação de produtos forneados como pães, broas, biscoitos, bolos e demais produtos de confeitaria o fermento biológico, definido como “produto obtido de culturas puras de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) por procedimento tecnológico adequado e empregado para dar sabor próprio e aumentar o volume e a porosidade dos produtos forneados” (ANVISA, 1977). Para que o fermento biológico possa agir, é necessária a presença de glicose, que provém da adição de sacarose em pequenas quantidades e da hidrólise do amido pelas enzimas alfa-amilase e beta-amilase, servindo de alimento para a levedura. No processo de panificação, as leveduras utilizam a glicose como fonte de substrato, que presença do calor, seu metabolismo produz gás carbônico e álcool, fazendo a massa crescer (PHILIPPI, 2014).

2.4 CONGELAMENTO

O método de conservação de alimentos por congelamento tem crescido nos últimos anos devido ao crescimento populacional e a distância entre os locais de produção e centros urbanos. Devido a isso se faz necessário períodos de armazenamento mais prolongados para garantir a distribuição de alimentos seguros durante todo o ano (SILVA, 2000).

O congelamento baseia-se na redução da temperatura do alimento à temperaturas inferiores ao ponto de congelamento, ocorrendo assim a mudança de fase da água do estado

líquido para estado sólido em forma de cristais de gelo (FELLOWS, 2000). Com o processo de congelamento, parte da água fica imobilizada em forma de cristais de gelo e ocorre simultaneamente a concentração de solutos dissolvidos na fase líquida, reduzindo a atividade de água do alimento, prevenindo o crescimento microbiano e minimizando as velocidades de reações químicas e enzimáticas no produto congelado (FELLOWS, 2000).

Quando o congelamento é realizado de forma correta, as alterações nas características nutricionais e sensoriais dos alimentos são minimizadas. As mudanças na qualidade do pão podem ocorrer quando o congelamento não é realizado de forma adequada, devido a utilização de velocidades de congelamento inadequadas e flutuação na temperatura de armazenamento (FELLOWS, 2000).

A qualidade do pão feito de massa congelada é influenciada pela formulação da massa, bem como parâmetros de processamento tais como tempo de mistura da massa, tempo de congelamento, duração de armazenamento congelado e tempo de descongelamento. Tais fatores, quando não controlados, podem atuar de forma independente ou sinérgica para reduzir a atividade do fermento, o que resulta em redução da produção de CO₂ ou danos na rede de glúten (GABRIC et al., 2011).

O uso do método de congelamento é comum e facilita a logística de recebimento e de distribuição do produto final, visto que após a entrega o estabelecimento precisa manter a cadeia de frios sem interrupções e em espaço adequado, estimulando a demanda de pão e de outros produtos forneados na hora.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATÉRIA-PRIMA E INGREDIENTES

As bananas utilizadas foram da cultivar prata, obtida em uma propriedade particular em Laranjeiras do Sul-PR. A farinha de trigo tipo 1 foi doada pelo moinho Anaconda (Pato Branco-PR). Os aditivos Glúten Vital, DATEM (L90), alfa-amilase (Spring alfa) e ácido ascórbico foram doados pela empresa Granotec do Brasil (Curitiba-PR). A gordura vegetal hidrogenada (Coamo®), o açúcar refinado (Alto Alegre®), o sal (Cisne® Tradicional) e o fermento biológico (Fleischmann®) foram obtidos no comércio local de Laranjeiras do Sul-PR. A farinha da polpa de banana verde e da casca foi obtida por processamento nos laboratórios de Engenharia de Alimentos na Universidade Federal da Fronteira Sul, no campus de Laranjeiras do Sul. O kit glicose-oxidase monoreagente (Bioclin, Belo Horizonte) para determinação do amido resistente foi doado pela Quibasa Química Básica LTDA, e alfa-amilase (Termamyl 2x, Novozyme, Dinamarca) e amiloglicosidase (AMG 300L, Novozyme, Dinamarca) foram doadas pela LNF Latino Americana e protease (P6110, Sigma Aldrich, ST Louis, MO, USA) foi adquirida pelo representante autorizado. Todos os demais reagentes utilizados foram de grau analítico ou superior

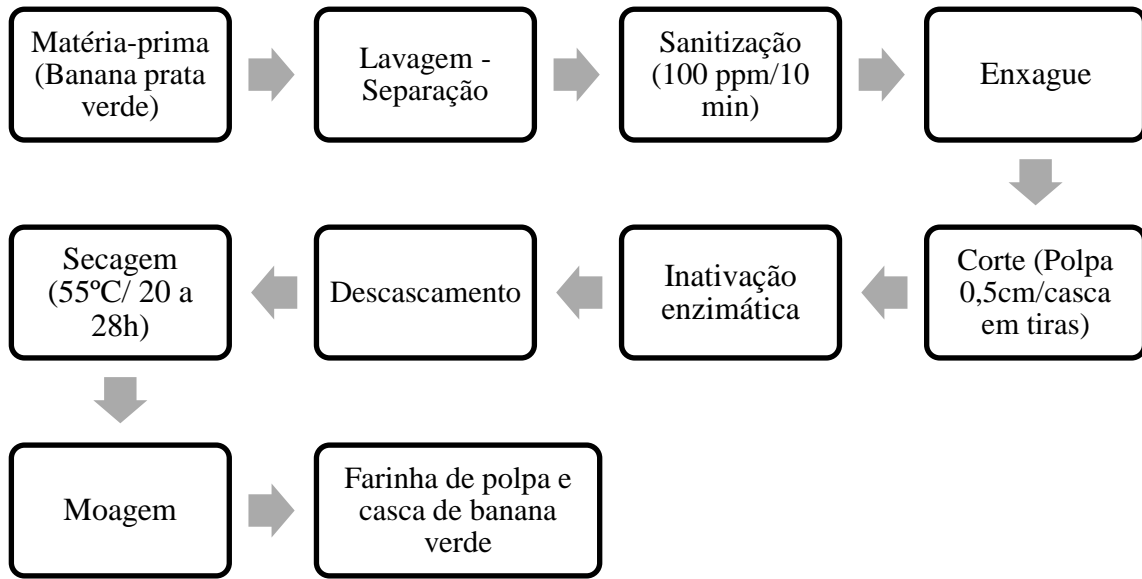
3.2 OBTENÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

A obtenção da farinha de banana verde e da casca foi realizada conforme proposto por Ormense e Vargas (2012) com adaptações. A Figura 1 mostra as operações realizadas até a obtenção da farinha de polpa e casca de banana verde.

As bananas foram retiradas do cacho e lavadas em água corrente para a retirada de sujidades maiores. Em seguida, as bananas foram sanitizadas em solução de hipoclorito de sódio 200 ppm por 10 minutos e pesadas em balança analítica (AUY-200, Shimadzu, Diadema-SP).

Na sequência, as bananas foram descascadas manualmente, separando-se polpa e casca, sendo imediatamente imersas em solução de ácido ascórbico (350 mg/L), 5,0 g/L de ácido cítrico e 125 mg/L de metabissulfito de sódio. Ainda em solução a polpa da banana foi cortada em rodela de aproximadamente 0,5 cm de espessura. Em seguida as bananas e cascas foram dispostas em bandejas de inox perfuradas e deixadas em estufa (NI1708E, NOVA instruments, Piracicaba-SP) a 55°C por 20 a 28 horas até peso constante e armazenadas em sacos de polietileno sob refrigeração. Para finalizar, as cascas e a polpa secas foram moídas em moinho de rotor tipo Martelo (Star FT 53, Fortinox, Piracicaba-SP).

Figura 1. Fluxograma de obtenção da farinha de polpa de banana verde e de casca



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Verificam-se na Figura 2 as principais etapas envolvidas na elaboração da farinha de banana verde.

Figura 2. Sequência de etapas para a obtenção da farinha de polpa de banana verde e de casca: (a) Separação do cacho e seleção; (b) Sanitização e lavagem; (c) polpa descascada imersa em solução para inativação enzimática; (d) rodelas de polpa; (e) cascas em tira (f) moagem da polpa de banana verde seca e obtenção da farinha.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

3.1.1 Rendimento na produção da farinha de banana verde e de casca

A massa da banana foi medida durante o processo de elaboração da farinha. Após obtenção das farinhas, mediu-se a massa da mesma. A partir dos dados foi calculado o percentual de rendimento da farinha de banana verde e de casca pela Equação 1, e o índice de perdas em cada etapa do processamento pela Equação 2.

$$\%R = \left(\frac{\text{massa da farinha}}{\text{massa inicial de polpa ou casca}} \right) \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

$$\%IP = \left(\frac{\text{perdas (kg)}}{\text{massa inicial de polpa ou casca (kg)}} \right) \quad \text{Eq. 2}$$

3.3 OBTENÇÃO DOS PÃES

A elaboração dos pães foi adaptada da metodologia de Almeida (2006). Os pães foram elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo (100%) pelas farinhas de banana verde (FBV), sendo elas F1 (Formulação 1, com 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de banana verde), F2 (Formulação 2, com 90% de farinha de trigo e 10% de farinha de banana verde), F3 (Formulação 3, com 70% de farinha de trigo e 30% de farinha de banana verde) e substituição de farinha de casca de banana verde (FCBV) sendo F4 (Formulação 4, com 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de casca de banana verde), F5 (Formulação 5, com 90% de farinha de trigo e 10% de farinha de casca de banana verde), e formulação controle (FC) (100% farinha de trigo), totalizando 6 tratamentos, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Formulações para a produção de pão controle e com substituição parcial de farinha de trigo por FBV e FCBV

Ingredientes e aditivos	Formulações					
	FC	F1	F2	F3	F4	F5
Farinha de trigo (g)	100	95	90	70	95	90
FBV (g)	-	5	10	30	-	-
FCBV (g)	-	-	-	-	5	10
Água destilada (mL)	50	53	55	63	52	56
Açúcar (g)	4	4	4	4	4	4
GVH (g)	4	4	4	4	4	4
Glúten vital (g)	4	4	4	4	4	4
Fermento Biol. (g)	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Sal (g)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
DATEM (g)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Ácido ascórbico *	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
α-amilase *	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

FBV= Farinha de banana verde; FCBV= Farinha de casca de banana verde; FC= Formulação controle com 100% farinha de trigo; F1= Formulação 1 com 95% de farinha de trigo e 5% de FBV; F2= Formulação 2 com 90% de farinha de trigo e 10% de FBV; F3= Formulação 3 com 70% de farinha de trigo e 30% de FBV; F4= Formulação 4 com 95% de farinha de trigo e 5% de FCBV; F5= Formulação 5 com 90% de farinha de trigo e 10% de FCBV. GVH = Gordura vegetal hidrogenada.

*Ácido ascórbico e α -amilase expressos em g/L.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Após aferição em balança semi analítica (Shimadzu, AUW 220D, Diadema-SP) da massa (g) de cada ingrediente, estes foram misturados (com adição de água) sendo que a gordura e o DATEM foram os últimos ingredientes a serem incorporados à mistura. A água foi adicionada com uma temperatura de 11°C, medida em uma proveta de 100 mL, sendo que a diferença de volume em cada tratamento se deu devido a sua adição à massa até completa mistura e desenvolvimento da rede de glúten. A massa foi sovada manualmente por 10 a 15

minutos e após, dividida em unidades de 50 ± 1 g cada. Os pães foram modelados no formato de “pão bola”, conforme Figura 3, colocados em formas de alumínio e submetidas à fermentação por 40 minutos à 35°C . Após o término da fermentação os pães foram assados a 180°C por 40 minutos. Depois de assados, os pães foram deixados esfriar até temperatura ambiente e avaliados.

Figura 3. Formulação F2 dos pães (10% FBV), modelada no formato de "bola".



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Na elaboração dos pães congelados seguiu-se o mesmo procedimento dos pães convencionais até a etapa da fermentação por 40 minutos à 35°C . Após o término da fermentação os pães foram embalados em sacos de polietileno de baixa densidade e congelados em freezer à -18°C . Após 7 e 15 dias de estocagem congelados, os pães foram descongelados e assados a 180°C por 45 minutos. Depois de assados, os pães foram deixados esfriar até temperatura ambiente e avaliados.

3.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DAS FARINHAS E PARÂMETROS TECNOLÓGICOS

3.4.1 Composição química das farinhas

As farinhas de trigo, farinha de banana verde (FBV) e farinha de casca de banana verde (FCBV) foram caracterizadas quanto ao teor de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibra alimentar total e carboidratos, seguindo as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (IAL)

(2008). Todas as análises foram realizadas em triplicata no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal da Fronteira Sul.

O teor de umidade foi determinado por secagem direta em estufa (NOVA instruments, Mod.: NI1708E, Piracicaba-SP) a 105°C, até peso constante da amostra. O teor de cinzas foi quantificado gravimetricamente com o resíduo da determinação de umidade após incineração em mufla (ZEZIMAQ, 2000F, Contagem-MG) a 550°C.

O conteúdo de lipídeos foi determinado empregando o solvente éter de petróleo em extrator de Soxhlet (MA 487/8, Marconi, Piracicaba-SP) e aferida a massa do extrato etéreo após a evaporação do solvente. A determinação de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl clássico utilizando bloco digestor (TE0363, Tecnal, Piracicaba-SP) a 350°C e destilador de nitrogênio tipo Kjeldahl (TE0363, Tecnal, Piracicaba-SP). Utilizou-se o fator de conversão 5,83 para a farinha de trigo e 6,25 para as demais farinhas.

A fibra alimentar total foi determinada pelo método enzimático gravimétrico onde 1g de amostra desengordurada foi colocada em béquer a banho-maria juntamente com tampão fosfato e 100µL de α-amilase Termomil, a 95°C com agitação. Após 30 min o pH foi ajustado com NaOH ou HCl entre 7,0 e 7,5, sendo posteriormente adicionado 50µL de enzima protease em cada béquer em banho-maria com agitação. Após, ajustou-se o pH entre 4,0 e 4,6, sendo adicionado 100µL de amiloglicosidase, deixando-se novamente em banho-maria a 60°C por 30min. Após esfriar adicionou-se o dobro do volume de líquido do béquer de álcool (80%), sendo que o material precipitado foi filtrado no dia seguinte em cadinhos de fundo poroso com celite. O teor de fibras foi calculado pela equação 3.

$$\% \text{Fibras} = \frac{(\text{resíduo amostra (mg)} - \text{proteína (mg)} - \text{cinzas (mg)}) - \text{branco}}{\text{peso da amostra (mg)}} \quad \text{Eq. 3}$$

Os carboidratos foram determinados por diferença e calculados pela equação 4.

$$(\%) = 100 - (\% \text{umidade} + \% \text{cinzas} + \% \text{lipídeos} + \% \text{proteínas} + \% \text{fibras}) \quad \text{Eq. 4}$$

3.4.2 Amido resistente

O teor de amido resistente foi quantificado baseado no método 966.11 da AOAC (Association of Official Analytical Chemists), modificado por Walter, Silva e Perdomo (2005), com adaptações.

As amostras foram pesadas em balança semi analítica (Shimadzu, AUW 220D, Diadema-SP) em triplicatas (300mg) e analisadas em tubos de plástico (10mL) graduados, de fundo cônico, com tampa. As amostras foram pré-lavadas duas vezes com 10mL de etanol aquoso 80% a 80°C e centrifugadas (HERMLE Labortechnik GmbH, Siemensstr. 25D-78564, Wehinge, Alemanha) a 3000 g por 10 minutos, sendo que somente o sedimento foi utilizado para análise. Aos resíduos foram adicionados 3mL de tampão fosfato (pH 7,0) e 100uL de alfa-amilase termoestável. Os tubos contendo os resíduos em solução foram incubados sob agitação a 95°C por 30 minutos. Após a incubação, foi adicionado 100uL de enzima protease e incubou-se a 60°C por 30 minutos. Em seguida foi adicionado 4mL de tampão acetato de sódio 200mM (pH 4,5) e 100uL de amiloglicosidase, incubando os tubos a 50°C por mais 30 minutos. As amostras foram centrifugadas (3000 g, 10 min) recolhendo-se o sobrenadante em balão volumétrico (25mL). O resíduo foi lavado com 10mL de tampão acetato de sódio 50mM (pH 4,5) e centrifugado novamente. O sobrenadante da lavagem foi recolhido juntamente ao volume do balão volumétrico. Este primeiro centrifugado é tido como amido disponível (AD).

Ao resíduo precipitado do tubo foi adicionado 2mL de dimetilsulfóxido (DMSO), sendo agitado em vórtex (MA-162 Marconi, Piracicaba-SP) por 10s e incubado a 95°C por 5min. Após, foi adicionado 3mL de tampão fosfato e 100uL de alfa-amilase termoresistente, incubando os tubos a 95°C por 5 minutos. Após a incubação, foi adicionado 4mL de tampão acetato de sódio 200mM e 100uL de amiloglicosidase, incubando-se a 50°C por mais 30 minutos. As amostras foram centrifugadas (3000 g, 10 min) e o sobrenadante recolhido em balão volumétrico (25mL). O resíduo foi lavado novamente com 10mL de tampão acetato de sódio 50mM (pH 4,5) e centrifugado. O sobrenadante da lavagem foi recolhido juntamente ao volume do balão volumétrico. Este segundo centrifugado é tido como amido resistente (AR).

A concentração de glicose foi determinada utilizando kit de glicose-oxidase monoreagente (K082, Bioclin, Belo Horizonte) e lida em espectrofotômetro de 490 a 505nm.

3.4.3 Determinação do pH, atividade de água (Aw) e acidez titulável

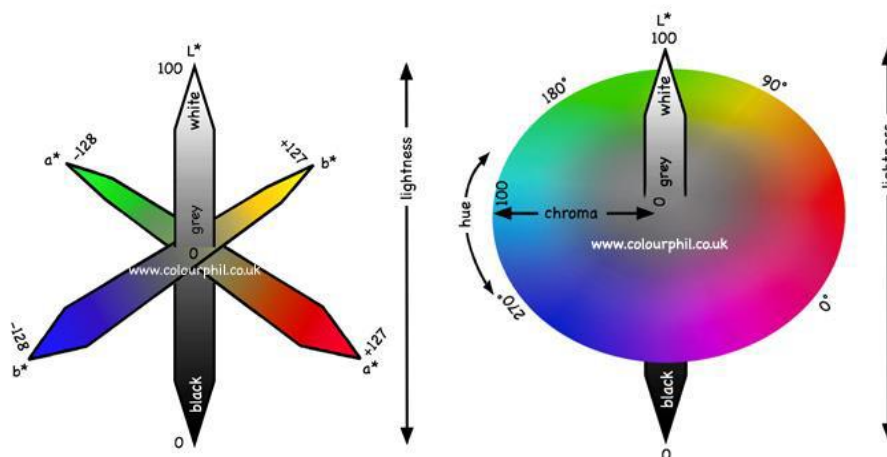
O pH foi verificado através de a leitura direta em medidor de pH de bancada (HI2221, HANNA instruments, pH/ORP Meter, Tamboré-SP) previamente calibrado, em uma mistura decorrente da homogeneização de 10 g de farinha em 100mL de água destilada por 2 minutos. A atividade de água foi determinada a 25°C em analisador de Aw (CH8863, Novasina AG Lanchem Lab Master, Suíça) de leitura direta. A acidez titulável foi determinada seguindo a

metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008), n. 016/IV, utilizando solução padronizada de NaOH 0,1N. As análises foram realizadas em triplicata.

3.4.4 Determinação de cor

A determinação da cor das farinhas foi realizada através de colorímetro portátil (Chroma Meter CR-400/410, Konica Minolta Optics, Inc), o qual foi calibrado com placa de porcelana branca com iluminante C e ângulo observador de 2°. As leituras foram realizadas no sistema $L^*a^*b^*$, onde L representa a luminosidade ($L^*=0$ preto e $L^*=100$ branco) e a^* e b^* representam as coordenadas cromáticas, indicando a direção das cores, $+a^*$ =vermelho e $-a^*$ =verde; $+b^*$ =amarelo e $-b^*$ =azul (HUNTERLAB, 1996). A Figura 4 apresenta o diagrama de espaço de cores CIE $L^*a^*b^*$. A partir dos valores absolutos de a^* e b^* é calculado o ângulo hue ou ângulo de tom ($^{\circ}h^*=\text{tang}^{-1} b^* \cdot a^*-1$) expressos em graus, onde 0° é $+a^*$ (cor vermelha), 90° é $+b^*$ (amarelo), 180° é $-a^*$ (verde) e 270° é $-b^*$ (azul), o qual representa a cor observável que varia na direção angular representando as diferentes cores existentes. O croma também é calculado a partir dos valores de a^* e b^* ($C^*=(a^{*2} + b^{*2})^{0,5}$), o qual é uma expressão da saturação, ou seja, intensidade da cor que varia na direção radial representando a pureza da cor com relação ao cinza.

Figura 4. Diagrama referente ao espaço de cor CIE $L^*a^*b^*$ e CIE $L^*C^*h^*$, respectivamente.



Fonte: PHIL CRUSE (1997).

3.4.5 Índice de absorção de água

Para a determinação do índice de absorção de água (IAA) seguiu-se a metodologia descrita por Anderson, Conway e Griffin. (1969), onde em um tubo de centrífuga previamente tarado foram colocados aproximadamente 2,5 g de amostra e 10mL de água a temperatura

ambiente. Os tubos foram agitados em vórtex por 10s e, em seguida, centrifugados a 3000 g por 10 minutos. Do líquido sobrenadante foi coletada uma alíquota e colocada em cadinho de porcelana tarado que foi levado à estufa (105°C) por 4 horas. O tubo com o gel remanescente foi pesado sendo que o peso do resíduo da evaporação foi obtido pela diferença de peso do cadinho e, o peso do resíduo da centrifugação, pela diferença de peso do tubo. O IAA foi calculado conforme equação 5.

$$IAA = \frac{\text{Massa do resíduo da centrifugação}}{\text{massa inicial da amostra seca} - \text{massa do resíduo da evaporação}} \times 100 \quad \text{Eq. 5}$$

3.4.6 Índice de absorção de óleo

Para o cálculo do índice de absorção em óleo (IAO) foi utilizada a metodologia descrita por Okezie e Bello (1998), sendo pesado 5g de cada amostra (em triplicata) foram pesadas e adicionadas juntamente com 10mL de óleo de soja a 25 °C em tubos com fundo cônico. Os tubos foram submetidos a agitação em vórtex e centrifugados por 15 minutos a 2500 rpm. O líquido sobrenadante de cada amostra foi descartado e o IAO expresso em gramas de óleo por grama de matéria seca obtida pela equação 6.

$$IAO = \frac{\text{Massa do resíduo da centrifugação}}{\text{massa inicial da amostra seca}} \quad \text{Eq. 6}$$

3.5 ANÁLISES DAS MISTURAS DE FARINHAS

3.5.1 Umidade e atividade de água

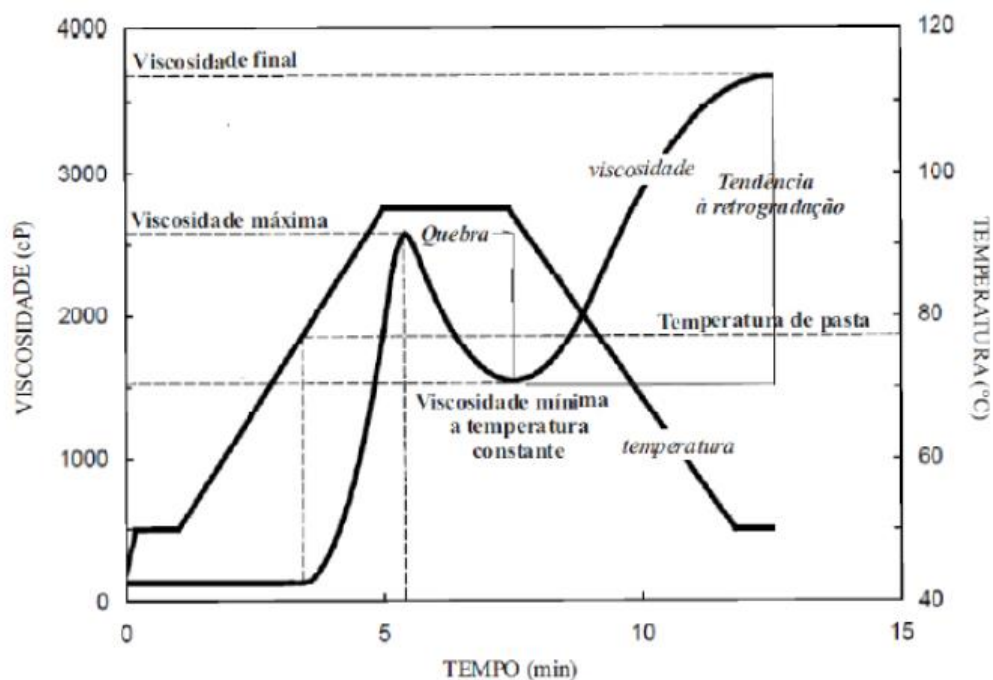
A umidade foi determinada conforme descrito no item 3.4.1 e a atividade de água conforme descrito no item 3.4.3.

3.5.2 Propriedades de pasta

As propriedades de pasta da farinha controle (100% farinha de trigo) e das misturas F1 (Formulação 1 com 95% de FT e 5% de FBV), F2 (Formulação 2 com 90% de FT e 10% de FBV), F3 (Formulação 3 com 70% de FT e 30% de FBV), F4 (Formulação 4 com 95% de FT e 5% de FCBV) e F5 (Formulação 5 com 90% de FT e 10% de FCBV), foram avaliadas em analisador rápido de viscosidade (RVA), modelo RVA-3D, equipado com software *Termocline for Windows*, versão 3.1, O perfil de viscosidade das amostras foi analisado na

base de 12,3% p/p (3,5g de farinha e 25±0,1mL de água destilada), corrigidas para 14% de umidade. O perfil I de temperatura utilizado foi o *Standard I* (amostras mantidas a 50°C por 1 minuto, aquecidas até 95°C em 4:45 minutos e mantidas nessa temperatura durante 7:15 minutos, resfriadas a 50°C até o tempo de 11 minutos e mantidas nessa temperatura até o total de 13 minutos de análise), sendo considerados os parâmetros: viscosidade máxima, viscosidade mínima à temperatura constante, quebra, viscosidade final e a tendência à retrogradação. Na figura 5, pode-se observar uma curva de viscosidade típica do RVA.

Figura 5. Curva de viscosidade típica do Analisador Rápido de Viscosidade (RVA).

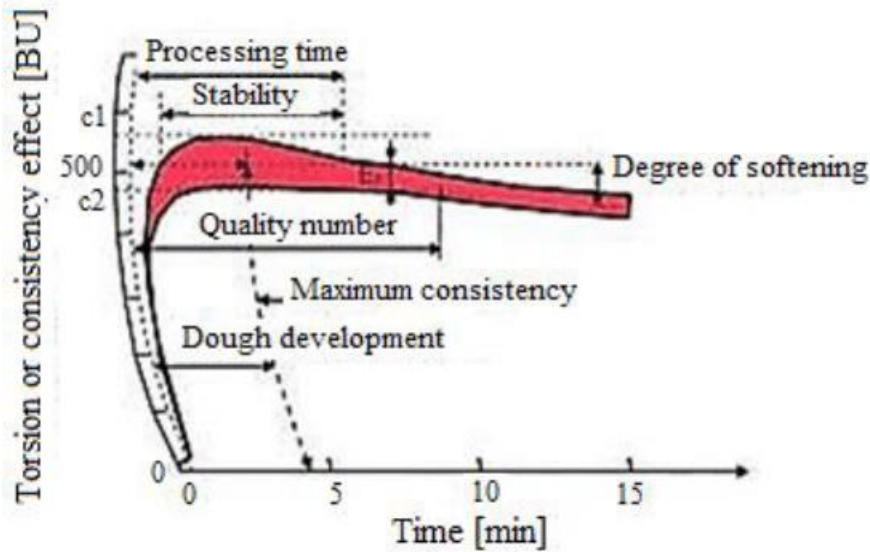


Fonte: Oro et al., (2013).

3.5.3 Farinografia

As propriedades de mistura e processamento da massa da farinha das farinhas e das misturas foram realizadas através da análise de farinografia utilizando um farinógrafo (Farinograph-E, Brabender, OHG, Duisburg) segundo o método 54-21 da AACCC (2000). Os parâmetros avaliados pelo método registram o comportamento da massa durante o amassamento, tais como a absorção de água (A.A.), o tempo de desenvolvimento da massa (T.D.M.), a estabilidade da massa ao esforço mecânico (E) e o índice de tolerância à mistura (I.T.M.). Na figura 6, pode-se observar uma curva de farinografia.

Figura 6. Curva típica de farinografia para farinha de trigo.



Fonte: Munteanu et al. (2016).

3.6 ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICOS DOS PÃES E AMIDO

3.6.1 Rendimento no assamento

O rendimento foi determinado pela relação do peso dos pães antes e após o assamento, utilizando a equação 7. Os pães foram pesados em balança semi-analítica (Shimadzu, AUW 220D, Diadema-SP) e a análise realizada em triplicata para todas as formulações.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{peso dos pães após assamento (g)}}{\text{peso dos pães antes do assamento}} \times 100 \quad \text{Eq. 7}$$

3.6.2 Fator de expansão

O fator de expansão foi determinado segundo Nandeesh et al., (2011) pela relação do diâmetro e espessura após o assamento dos pães de acordo com a equação 8:

$$\text{Fator de expansão} = \frac{D}{E} \quad \text{Eq. 8}$$

3.6.3 Determinação do volume e volume específico

O volume dos pães foi medido pelo método de deslocamento de sementes de painço utilizando a equação 9. O volume foi calculado subtraindo-se o volume fixo na proveta com as sementes de painço sem o pão, do volume obtido na proveta pelas sementes de painço

contendo a amostra, expresso em mL. A partir do volume calculou-se o volume específico pela equação 10, sendo o resultado expresso em mL.g⁻¹.

$$\text{Volume} = \text{volume fixo na proveta (mL)} - \text{volume na proveta com o pão (mL)} \quad \text{Eq. 9}$$

$$\text{Volume específico} = \frac{\text{Volume (mL)}}{\text{massa (g)}} \quad \text{Eq. 10}$$

3.6.4 Determinação de cor

A determinação da cor da crosta e do miolo dos pães foi realizada através de colorímetro, conforme descrito no item 3.3.4.

3.6.5 Amido resistente

O conteúdo de amido resistente dos pães nas formulações FC (Formulação controle com 100% de farinha de trigo), F1 (Formulação 1 com 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de banana verde), F3 (Formulação 3 com 70% de farinha de trigo e 30% de farinha de banana verde) e F4 (Formulação 4 com 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de casca de banana verde) nos tempos inicial e 15 dias de congelamento foi determinado conforme descrito no item 3.4.2.

3.6.6 Escore Tecnológico

Os pães foram avaliados utilizando escore tecnológico utilizando a planilha de Avaliação de Escore Tecnológico descrita por Neitzel (2006) com modificações, baseado no método 10-90 da AACCC (2000). Nesta planilha foram analisados os parâmetros uniformidade, tamanho dos alvéolos, espessura das paredes, umidade, maciez, coesividade, cor e flavor.

3.6.7 Análise estatística

As análises da composição química, amido resistente, pH, atividade de água, acidez, cor e os parâmetros físicos dos pães foram feitas em triplicata. Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) utilizando o software *Assistat*. Sendo que os dados foram apresentados nas tabelas de resultados como média \pm desvio padrão da média.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RENDIMENTO DAS FARINHAS DE BANANA VERDE E DE CASCA DE BANANA VERDE

Na Tabela 4 encontram-se a massa inicial da matéria-prima em cada etapa do processamento da farinha de banana verde e de casca, bem como o índice de perdas que as etapas apresentaram. Algumas das perdas estão relacionadas ao processamento das farinhas.

A etapa de seleção da polpa de banana verde apresentou índice de perdas igual a 49,07%, sendo estas relacionadas ao descascamento e retirada de partes danificadas da banana. A etapa de secagem está relacionada à perda de água no produto pelo processo de desidratação em estufa, sendo esta perda desprezível. Na etapa de moagem, a perda (0,08Kg) pode estar relacionada com a capacidade das fibras presentes na polpa verde em absorver água, visto que ao final da moagem a farinha formou uma pasta aderida ao interior do moinho, sendo difícil de remover, e também devido a perdas decorrentes da própria moagem.

Tabela 4. Rendimento (R) e índice de perdas (IP) da farinha de polpa e de casca de banana verde Prata.

Matéria prima	Etapa	Massa (kg)	Perdas (Kg)	IP(%)	(%)R
Polpa	Recepção	8,68	-	-	-
	Seleção	4,42	4,26	49,07	-
	Secagem	2,24	2,18	-	-
	Moagem	2,16	0,08	3,57	24,94
Casca	Recepção	5,66	-	-	-
	Seleção	0,84	4,82	85,15	-
	Secagem	0,53	0,31	-	-
	Moagem	0,30	0,23	43,39	5,33

IP= Índice de perdas; R= Rendimento.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

O índice de perdas na etapa de seleção da casca de banana verde foi de 85,15%, sendo esta perda relacionada ao difícil manuseio da casca ainda verde, visto que não foi realizado tratamento térmico para separar polpa e casca. O tratamento térmico facilita a separação da polpa e da casca, fazendo com que as perdas no processamento sejam menores. As perdas

relacionadas à etapa de moagem também se devem à absorção de água pela farinha, a qual formava uma fina pasta aderida no interior do moinho ao longo do processamento.

O rendimento obtido para a farinha de polpa de banana verde foi similar ao reportado por Dotto (2004), que em seu estudo sobre a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de banana verde em bolos, obteve 28,3% de rendimento para a variedade Prata. Vargas et al. (2012), para a farinha de casca de banana verde obtiveram rendimento superior de 11,15%. Tais valores podem variar de acordo com o processamento utilizado, sendo que processos manuais promovem perdas maiores.

4.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA FARINHA E PARÂMETROS TECNOLÓGICOS

Os resultados obtidos em relação à composição química da farinha de trigo (FT), farinha de banana verde (FBV) e farinha de casca de banana verde (FCBV) encontram-se na Tabela 5. Como pode-se observar, a farinha de polpa de banana verde possui alto teor de carboidratos, razoável teor de proteína e baixo conteúdo lipídico.

Tabela 5. Composição química da farinha de trigo, farinha de banana verde e farinha de casca de banana verde.

Parâmetro (%)	Amostras		
	FT	FBV	FCBV
Umidade	11,60±0,15 ^a	11,4±0,05 ^a	6,94±0,04 ^b
Cinzas	0,36±0,08 ^c	0,94±0,49 ^b	1,00±0,59 ^a
Lipídeos	1,17±0,16 ^a	0,51±0,18 ^a	0,35±0,31 ^a
Proteína	6,24±0,34 ^a	2,45±0,03 ^b	3,72±0,23 ^b
Fibras	ND	8,05±1,29 ^b	31,31±0,83 ^a
Carboidratos	75,26±0,1 ^a	73,71±0,4 ^a	44,24±0,2 ^b

FT= farinha de trigo; FBV= farinha de banana verde; FCBV= farinha de casca de banana verde.

ND = Não determinado. Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma linha representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p<0,05).

Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

De acordo com a Instrução Normativa nº8 de 2 de junho de 2005, do MAPA (Ministério DA AGRICULTURA, AGROPECUÁRIA e ABASTECIMENTO), o teor máximo de umidade presente na farinha de trigo, sendo ela Tipo1, Tipo 2 ou Integral, deve ser de 15%, teor este superior ao verificado nesta pesquisa (Tabela 5). Para a farinha de banana verde e farinha da casca de banana verde, verificou-se teores de umidade de 11,60% e 6,94%,

respectivamente. O teor de umidade verificado por Castilho, Alcantara e Clemente (2004) para farinha de casca de banana verde, cv. Prata, secas em estufa por 36h, foi de 12,5%, foi superior ao encontrado neste trabalho, mas ainda dentro do padrão estabelecido para farinhas em geral. Para a farinha de polpa de banana verde Bezerra (2010) obteve teor de umidade de 10,2%, por meio de secagem em leito de jorro à 80°C, sendo inferior ao encontrado neste trabalho (Tabela 5). Tais diferenças se dão devido aos métodos de secagem utilizados para a banana verde e a casca e também pelo processo de extração da farinha de trigo.

O teor de cinzas para a farinha de trigo, farinha da polpa de banana verde foram $0,36\% \pm 0,08$, $0,94\% \pm 0,49$, e de $1,00\% \pm 0,59$, respectivamente. De acordo com a Instrução Normativa nº8, do MAPA o teor máximo de cinzas para a farinha de trigo Tipo 1 é de 0,8% e estando, portanto dentro das normas exigentes (BRASIL, 2005). O elevado teor de cinzas em farinha de trigo indica elevado grau de extração da farinha, sendo que farinhas integrais o teor máximo permitido é de 2,5% (BRASIL, 2005). Porém em farinhas de frutas e cascas o elevado teor de cinzas indica presença de minerais, tais como potássio, fósforo, cálcio e magnésio (BORGES; SOUZA, 2004; BORGES, PEREIRA e LUCENA. 2009; RAMÍREZ-MAGANDA et al., 2015). Além disso, elevados teores de cinzas em alimentos como farinhas, condimentos e chás podem indicar fraudes, como adição de areia e processamento inadequado (CECCHI, 2003). De acordo com Dias e Leonel (2006) as etapas de lavagem e descascamento ineficientes, podem prejudicar o desempenho das farinhas nos produtos panificados, pelo elevado conteúdo de cinzas. As diferenças significativas apresentadas se dão devido à composição química diferente em cada amostra analisada, bem como o grau de maturação dos frutos.

A farinha de polpa de banana verde apresentou baixo teor de lipídeos ($0,51\% \pm 0,18$). Como se pode observar na Tabela 5, não houve diferenças entre as farinhas analisadas, referente ao teor de lipídeos ($p < 0,05$). Borges, Pereira e Lucena (2009) reportaram teor de 0,70 (g.100 g⁻¹), próximo ao verificado neste trabalho.

O teor de proteínas para a farinha de banana verde foi de $2,45\% \pm 0,03$ e de $3,72\% \pm 0,23$ para a farinha de casca de banana verde. Borges, Pereira e Lucena (2009) realizaram a caracterização físico-química da farinha de banana verde cv. Prata. Do estudo realizado, os autores verificaram teor de 4,73g/100g de proteína, conteúdo superior que este trabalho (Tabela 5). Por outro lado, Castilho, Alcantara e Clemente (2004), na caracterização de polpa e da casca verdes, dos cv. Maçã e Prata observaram teores mais baixos para a farinha de polpa de banana verde (1,11g/100g). Para a farinha da casca de banana verde, o teor de proteína reportado por esses autores foi de 7,10g/100g e 9,97g/100g para os cvs. Prata e Maçã,

respectivamente, sendo acima do verificado neste trabalho (3,72g/100g). A quantidade de proteína presente na polpa e na casca das farinhas pode variar de acordo o grau de maturação do fruto (DARKWA; DARKWA, 2013).

A farinha da polpa de banana verde apresentou teor de fibra alimentar total intermediário, enquanto que o teor deste componente na farinha de casca de banana verde foi elevado (Tabela 5). Dan (2011) verificou teor de fibra alimentar de 8,58% para a farinha de polpa de banana verde, sendo similar ao verificado neste trabalho ($8,05 \pm 1,29$), enquanto que, Bezerra (2010) reportou 13,89% para a farinha da polpa. Na farinha de polpa de banana verde adicionado de casca de banana verde este mesmo autor obteve 22,91% de fibra alimentar total. Este aumento acontece em função das cascas dos frutos possuírem elevados teores de fibras em suas paredes celulares, principalmente insolúveis, como a celulose e a hemicelulose, o que justifica a diferença significativa entre as amostras (DAN, 2011).

As farinhas estudadas também foram caracterizadas quanto à acidez, atividade de água (a_w), pH, índice de absorção de água (IAA) e índice de absorção de óleo (IAO) (Tabela 6).

A atividade de água verificada na farinha de banana verde ($0,48 \pm 0,02$) e para a casca de banana verde ($0,47 \pm 0,00$) não apresentou diferença ($p < 0,05$), enquanto que a a_w para farinha de trigo foi menor ($0,33 \pm 0,01$). Para a farinha de trigo Amorim et al. (2016) obtiveram 0,60 para a a_w , valor acima ao desta pesquisa (Tabela 6). A a_w interfere diretamente na qualidade do produto, sendo que é o parâmetro que mede a disponibilidade de água em um determinado alimento que pode promover reações, tais como enzimáticas e hidrolíticas e favorecer o desenvolvimento de micro-organismos e esta, corresponde à umidade relativa de equilíbrio, no qual o alimento não perde nem ganha água para o ambiente (BOBBIO; BOBBIO, 1992). Para melhor conservação de alimentos em geral e em farinhas, baixa a_w são desejadas. A diferença entre as amostras de farinha de banana verde e de casca com a farinha de trigo acontece devido à eficiência do processo de secagem e armazenamento do produto.

A acidez titulável representa um dado importante no estado de conservação do alimento, sendo que os ácidos orgânicos presentes nos alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (CECCHI, 2003). As diferenças apresentadas entre as amostras acontecem devido aos processos manuais utilizados, sendo estes mais lentos que aqueles utilizados na indústria. A acidez elevada também se deve a própria composição química das amostras. Para a farinha de banana verde Borges, Pereira e Lucena (2009), verificaram teor de 0,63 ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$), superior ao verificado nesta pesquisa (Tabela 6).

Tabela 6. Parâmetros físicos e acidez da farinha de trigo, farinha de banana verde e farinha de casca de banana verde.

Parâmetro	Amostras		
	FT	FBV	FCBV
Aw	0,33±0,01 ^b	0,48±0,02 ^a	0,47±0,00 ^a
Acidez *	0,15±0,02 ^b	0,23±0,02 ^a	0,19±0,02 ^{ab}
Ph	6,09±0,00 ^a	5,67±0,02 ^c	5,76±0,01 ^b
IAO (g.g⁻¹)	6,20±0,06 ^a	3,81±0,01 ^a	4,44±0,06 ^a
IAA (g.g⁻¹)	1,76±0,05 ^c	3,63±0,07 ^b	5,61±0,05 ^a

FT= farinha de trigo; FBV= farinha de banana verde; FCBV= farinha de casca de banana verde.

* Expresso em mEq NaOH 1N/100g.

Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma linha representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05).

O pH médio registrado para a FBV foi de 5,67. Este comportamento ratifica alguns estudos realizados, tais como, o trabalho realizado por Borges (2009) o qual também obteve pH de 5,30 e a pesquisa realizada por Castilho (2004), o qual estudou a composição da farinha da casca da banana verde e verificou pH de 5,53. O pH ácido favorece a preservação do produto final, visto que não permite a proliferação de microrganismos em faixas de pH abaixo da neutralidade (DIAS; LEONEL, 2006).

O índice de absorção de água (IAA) é uma propriedade importante para aplicações em produtos como pães, pois índices elevados ajudam a manter a umidade destes produtos. O IAA é determinado após completo intumescimento da amostra e estima a quantidade de água retida na matriz, sem que haja exsudação após a ação de uma força centrífuga. Este índice depende da conformação molecular, tamanho das partículas e números de sítios de ligação das moléculas (GUILLON; CHAMP, 2000).

O índice de absorção de água obtido para a farinha de trigo foi de 1,76±0,05, para a farinha de banana verde 3,63±0,07 e para a farinha de casca de banana verde 5,61±0,05. As diferenças apresentadas (p<0,05) se devem ao fato de que as farinhas de banana apresentam maior quantidade de fibras, quando comparadas com a farinha de trigo, conforme apresentado na Tabela 5, sendo que, quanto maior o teor de fibras, maior será a capacidade de hidratação, pela presença de componentes insolúveis, como celulose, hemicelulose e lignina, que são materiais hidrofílicos. Esta propriedade confere os efeitos fisiológicos proporcionados pelas fibras, como aumento da saciedade, regulação do trânsito intestinal, aumento do volume fecal, entre outras (GUILLON; CHAMP, 2000).

A absorção de óleo é atribuída principalmente à combinação da gordura aos grupos apolares das proteínas ou a disponibilidade de grupos lipofílicos. Apesar de a farinha de trigo apresentar maior teor proteico, não diferiu das farinhas de banana quanto ao índice de absorção de óleo (Tabela 6). Tal comportamento, de acordo com Barbosa et al. (2011), mostra que outros fatores podem interferir nesta medida, como a composição de aminoácidos configurando específico balanço de cargas.

As farinhas também foram avaliadas quanto à cor e os parâmetros avaliados foram L*, a*, b*, croma e ângulo hue e estão apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Medidas de cor, croma e ângulo *hue* das farinhas de trigo (FT), farinha de banana verde (FBV) e farinha de casca de banana verde (FCBV).

Amostras	L*	a*	b*	C	Ângulo <i>hue</i>
FT	91,35±0,05 ^a	1,41±0,03 ^a	10,60±0,05 ^a	10,67±0,008 ^c	97,63±0,17 ^a
FBV	47,08±0,74 ^a	0,64±0,06 ^b	13,28±0,56 ^b	13,29±0,56 ^b	87,20±0,33 ^c
FCBV	52,91±0,68 ^a	0,23±0,03 ^c	17,57±0,22 ^c	17,55±0,23 ^a	90,74±0,10 ^b

FT= farinha de trigo; FBV= farinha de banana verde; FCBV= farinha de casca de banana verde; L*= luminosidade; C*= croma. Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma coluna representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

A cor é um importante atributo de qualidade para farinhas. Embora os consumidores prefiram as farinhas mais brancas, nem sempre estas são as de melhor qualidade para todos os produtos finais, visto que este atributo depende de qual matéria-prima foi utilizada para produzi-la (GERMANI, CARVALHO, 2004). As farinhas de trigo que apresentam maior grau de extração apresentam cor mais escura, maior teor de cinzas e fibra e costumam ter uma qualidade tecnológica menor que as farinhas brancas (GERMANI, 2007). Muitas vezes a cor farinha afeta a cor do produto final, tornando-se uma especificação exigida pelos consumidores (ZARDO, 2010). Além disso, farinhas integrais, com maior teor de fibras, cinzas e minerais possuem coloração mais escura, sendo uma opção mais saudável de consumo (GERMANI, 2007).

A farinha de trigo apresentou a coloração mais clara (maior L*) entre as farinhas analisadas, conforme Figura 7. Enquanto que as farinhas de polpa e de casca de banana verde apresentaram coloração mais escura (menor L*), representando assim uma farinha de menor apreciação, quando comparadas com a farinha de trigo. Para a farinha de banana verde Bezerra (2010) obteve valores superiores de luminosidade (L*), sendo estes 98,9 e 97,5. Este valor pode variar de acordo com o grau de maturação da banana bem como pelo processo de secagem.

Figura 7. Farinha de trigo (a), farinha de banana verde (b) e farinha de casca de banana verde (c)



Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

As farinhas também foram analisadas quanto ao teor de amido resistente, sendo que os resultados estão expressos na Tabela 8. O conteúdo de amido resistente em alimentos vem sendo objeto de estudo visto que, após a sua ingestão, o mesmo não é hidrolisado por enzimas amilolíticas e com isso, vários benefícios podem ser observados, como a diminuição do índice glicêmico e fermentação do mesmo pela microflora presente no cólon com formação de ácidos graxos de cadeia curta (MENEZES, LAJOLO, 2006; MUDGIL, BARAK, 2013).

Tabela 8. Concentração de amido resistente (AR) na farinha de trigo, farinha de banana verde e farinha de casca de banana verde.

	FT	FBV	FCBV
AR (%)	2,41±0,06 ^a	9,85±0,06 ^c	7,58±0,41 ^b

FT= farinha de trigo; FBV= farinha de banana verde; FCBV= farinha de casca de banana verde; AR=amido resistente. Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma linha representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05).

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

Em seu estudo sobre a adição de amido de milho em pão francês congelado, Matsuda (2008) verificou concentração de 2,99% de amido resistente para a formulação com farinha de trigo, teor próximo ao verificado nesta pesquisa (Tabela 8), e 45,6% de amido resistente na farinha de milho, teor superior quando comparado com a farinha de banana verde. Castilho (2004) obteve para a farinha de banana verde 26,18% de amido resistente e 13,05% para a casca de banana verde. Tais diferenças se dão devido à inúmeros parâmetros, como o grau de maturação dos frutos utilizados e as condições de processamento.

Tribes et al, (2009) avaliaram o conteúdo de amido resistente de farinhas de banana verde (*Musa cavendishii*) no primeiro estágio de maturação sob diferentes condições de

secagem (52, 55 e 58°C) e verificaram que o conteúdo de AR variou de $40,9 \pm 0,4$ g/100 g a $58,5 \pm 5,4$ g/100 g, (b.s.) e as condições de secagem influenciaram na formação de AR, sendo que a temperatura de secagem de 55°C resultou nas maiores concentrações

4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS MISTURAS DE FARINHAS

As misturas de farinha de trigo e FBV ou FCBV foram elaboradas pela substituição parcial da farinha de trigo por uma das demais farinhas, em diferentes concentrações. Após a obtenção das misturas, as mesmas foram caracterizadas quanto a atividade de água (aw) e ao teor de umidade (Tabela 9).

Tabela 9. Umidade e atividade de água (aw) da farinha de trigo controle (FC) e das misturas de farinha de trigo e farinha de banana verde ou farinha de casca de banana verde.

Parâmetros	Misturas					
	FC	F1	F2	F3	F4	F5
Aw	0,33±0,05 ^b	0,42±0,03 ^a	0,36±0,00 ^b	0,41±0,02 ^{ab}	0,26±0,00 ^c	0,38±0,00 ^{ab}
Umidade (%)	7,25±0,01 ^a	11,42±0,16 ^a	8,34±0,26 ^a	9,80±0,07 ^a	7,09±0,06 ^a	9,65±0,18 ^a

FC= Formulação controle com 100% FT; F1= Formulação 1 com 95% de FT e 5% de FBV; F2= Formulação 2 com 90% de FT e 10% de FBV; F3= Formulação 3 com 70% de FT e 30% de FBV; F4= Formulação 4 com 95% de FT e 5% de FCBV; F5= Formulação 5 com 90% de FT e 10% de FCBV. Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma linha representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05).

Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

O teor de umidade entre as amostras de farinhas estudadas não apresentaram diferenças (p>0,05) entre si, estando de acordo com a Instrução Normativa nº8 de 2 de junho de 2005, do MAPA, que estabelece o teor máximo de umidade em farinhas em 15%. O baixo teor de atividade de água (aw) das misturas, entre 0,26 e 0,42, contribui para a conservação das farinhas, pois não favorece o crescimento de microrganismos e promove melhor conservação e vida de prateleira (BOBBIO; BOBBIO 1992).

As misturas das farinhas também foram avaliadas quanto às propriedades de pasta, em analisador rápido de viscosidade (RVA) e os parâmetros verificados foram viscosidade máxima, viscosidade mínima, quebra e viscosidade final e os resultados estão apresentados na Tabela 10 e na Figura 8.

O desenvolvimento da viscosidade durante o aquecimento dos grânulos de amido em presença de água sob cisalhamento é atribuído à formação de matrizes de grânulos inchados e

deformados, o atrito entre os grânulos, a quantidade de amilose lixiviada e o conteúdo de amilopectina (JACOBS et al, 1995; SASAKI et al., 2002).

Tabela 10. Propriedades de pasta da farinha de trigo controle (FC) e das misturas de FC com farinha de banana verde (FBV) e farinha de casca de banana verde (FCBV)

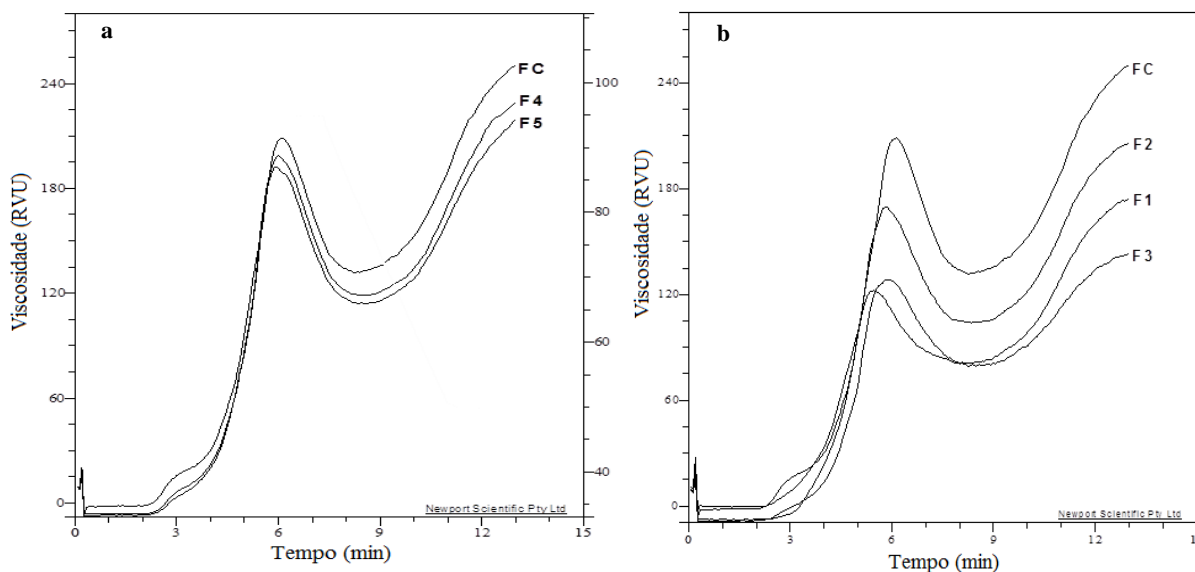
Amostra	Visc máx (RVU)	Visc min (RVU)	Visc final (RVU)	Quebra (RVU)	TR (RVU)
FC	205,4±5,8 ^a	128,5±3,8 ^a	246,4±5,6 ^a	76,8±2,2 ^{ab}	117,8±1,9 ^a
F1	129,4±4,8 ^c	83,4±7,7 ^c	170,9±3,3 ^c	46,0±2,9 ^c	87,4±7,9 ^c
F2	172,8±18,9 ^b	107,8±11,3 ^{ab}	210,8±18,2 ^b	65,0±7,9 ^b	103,0±7,0 ^b
F3	118,0±11,4 ^c	78,9±6,3 ^c	139,8±9,1 ^d	39,1±5,70 ^c	60,8±3,5 ^d
F4	194,7±7,7 ^{ab}	114,6±7,9 ^{ab}	225,8±9,1 ^{ab}	80,0±0,2 ^a	111,1±1,6 ^{ab}
F5	182,8±9,7 ^{ab}	106,9±6,6 ^b	207,14±10,9 ^b	75,8±3,2 ^{ab}	100,1±4,3 ^{bc}

FC= Formulação controle com 100% FT; F1= Formulação 1 com 95% de FT e 5% de FBV; F2= Formulação 2 com 90% de FT e 10% de FBV; F3= Formulação 3 com 70% de FT e 30% de FBV; F4= Formulação 4 com 95% de FT e 5% de FCBV; F5= Formulação 5 com 90% de FT e 10% de FCBV. Visc máx= viscosidade máxima; Visc min= viscosidade mínima; Visc final= viscosidade final; TR= Tendência à retrogradação; RVU = Unidades do analisador RVA. Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma coluna representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05).

Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

A viscosidade máxima das misturas variaram entre 118,0 e 205,4 RVU. Este parâmetro está relacionado com a capacidade do amido de absorver água, e ao grau de intumescimento dos grânulos durante o aquecimento (ORO et al., 2013). Os resultados indicam diminuição da viscosidade máxima quando adicionado FBV (Figura 8). O mesmo foi observado por Oro et al.,(2013) em seu estudo sobre as propriedades de pasta de mesclas de farinhas integral com farinha refinada, sendo que esta redução pode ser justificada devido às interações químicas entre amido, fibras, proteínas e lipídeos que compõem farinhas integrais, alterando assim, a viscosidade das farinhas. No caso da FBV a mesma apresenta conteúdo de fibras intermediário (Tabela 5), fazendo com que haja redução na viscosidade máxima. Ao adicionar FCBV em diferentes concentrações, a viscosidade máxima não diferiu da FC (p>0,05). Este comportamento pode estar relacionado à baixa concentração de FCBV adicionadas à FC (5% e 10%).

Figura 8. Curvas de RVA da farinha de trigo controle (FC) e das misturas de FC com farinha de banana verde (FBV) (A) e farinha de casca de banana verde (FCBV) (B).



FC= Formulação controle com 100% FT; F1= Formulação 1 com 95% de FT e 5% de FBV; F2= Formulação 2 com 90% de FT e 10% de FBV; F3= Formulação 3 com 70% de FT e 30% de FBV; F4= Formulação 4 com 95% de FT e 5% de FCBV; F5= Formulação 5 com 90% de FT e 10% de FCBV.

A viscosidade mínima é obtida pela viscosidade no momento em que a temperatura é mantida a 95°C e que juntamente com a quebra, está associada à estabilidade dos grânulos de amido em relação ao aquecimento (ORO et al., 2013). Assim como na viscosidade máxima, este parâmetro também diminuiu à medida que se adicionou FBV ou FCBV (10%) às misturas (Tabela 10).

A quebra é a diferença entre o pico de viscosidade e a viscosidade mínima. Este parâmetro indica a queda de viscosidade causada pela ruptura dos grânulos intumescidos, e esta associada à estabilidade ao aquecimento ou à facilidade de cozimento do amido (LEON et al., 2010). A redução da quebra mostra que os amidos são mais estáveis durante o aquecimento e cisalhamento contínuos (MATSUGUMA, et al. 2009) sendo que as diferenças observadas ($p < 0,05$) apontam diferentes estabilidades dos grânulos de amido ao aquecimento e ao cisalhamento em cada mistura. Os maiores pontos de quebra foram observados em FC, F4 e F5 (Figura 9), sendo que quanto menor a quebra, mais estável a pasta é à ação mecânica e ao cisalhamento.

A viscosidade final indica a capacidade da farinha de formar uma pasta viscosa após o cozimento e resfriamento (ROJAS; ROSELL; BENEDITO, 1999). Os resultados variaram entre 139 a 246 RVU e o comportamento foi semelhante à tendência à retrogradação (TR) (Figura 9).

A tendência à retrogradação variou entre 60 a 117 RVU, sendo que com a adição de FBV a tendência à retrogradação reduziu em relação ao controle ($p>0,05$). Este parâmetro é medido como a diferença entre a viscosidade final e a viscosidade mínima (LEON et al., 2010). A adição de 5% FCBV não alterou a tendência à retrogradação, porém com adição de 10% o comportamento foi semelhante à adição de 10% de FBV).

Além disso, as misturas das farinhas foram avaliadas quanto à capacidade de absorção de água (AA) da massa, o tempo de desenvolvimento da massa (TD), a estabilidade (E) durante o amassamento e o índice de tolerância à mistura (ITM), utilizando farinógrafo Brabender e os resultados estão expressos na Tabela 11.

Tabela 11. Parâmetros farinográficos da farinha de trigo controle (FC) e das misturas de farinha de trigo e farinha de banana verde ou farinha de casca de banana verde.

Parâmetros	Misturas					
	FC	F1	F2	F3	F4	F5
AA (%)	65,00	68,25	70,00	69,50	68,30	69,90
TD (min)	2,30	2,20	3,40	7,40	6,55	2,20
E (min)	12,10	14,20	5,70	4,30	8,60	8,50
ITM (UF)	76,00	39,00	139,00	148,00	148,00	125,00

FC= Formulação controle com 100% FT; F1= Formulação 1 com 95% de FT e 5% de FBV; F2= Formulação 2 com 90% de FT e 10% de FBV; F3= Formulação 3 com 70% de FT e 30% de FBV; F4= Formulação 4 com 95% de FT e 5% de FCBV; F5= Formulação 5 com 90% de FT e 10% de FCBV.

AA= Absorção de água; TD=Tempo de desenvolvimento da massa; E= Estabilidade; ITM= Índice de tolerância à mistura; UF=Unidades farinográficas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2016).

A análise farinográfica mostra que a absorção de água (AA) variou entre 65% e 70%. A absorção de água indica a quantidade de água necessária a ser adicionada a farinha de modo que se obtenha a consistência requerida. Quanto maior a absorção de água melhor será o desenvolvimento da elasticidade, consistência e retenção de gás carbônico na etapa de fermentação (MARTINS, OLIVEIRA, SANTOS 2012). Pode-se observar também que, quanto maior a quantidade de fibras, em função das farinhas adicionadas, maior foi a absorção de água.

Pizinatto (1997) classificou as farinhas quanto ao tempo de desenvolvimento da massa, sendo que tempos menores que 2,5 min indicam uma farinha fraca, entre 2,5 e 4,0 min farinha média, entre 4,0 e 8,0 min farinha forte e tempos maiores que 10 min farinhas muito fortes. Como mostrado na Tabela 11, as misturas variaram entre 2,20 e 7,40 min, sendo que a













formulação 3 (70% FT e 30% FBV) apresentou melhor tempo de desenvolvimento, classificada como uma farinha forte.

Pizinatto (1997) também classificou as farinhas quanto à estabilidade da massa de acordo com a seguinte faixa: menor que 3 min indica farinha fraca, entre 3 e 8 minutos farinhas médias, entre 8 a 15 minutos farinhas fortes e acima de 15 minutos, farinha muito forte, sendo que a estabilidade indica a resistência que a massa possui ao tratamento mecânico e ao tempo do processo fermentativo do pão. Os resultados da estabilidade (E) variaram entre 4,30 a 14,20 min, sendo consideradas farinhas médias a forte. Quanto ao índice de tolerância à mistura (ITM) os resultados desta pesquisa ficaram entre 39 a 148 UF, indicando farinhas fortes a média, indicando assim o bom desempenho das misturas analisadas.

4.4 PARÂMETROS FÍSICOS DOS PÃES E AMIDO RESISTENTE

Os pães elaborados com diferentes concentrações de FBV ou FCBV, com 7 e 15 dias de congelamento, estão representados na Figura 9, sendo que os resultados da avaliação física em relação ao rendimento no assamento, volume e volume específico estão apresentados na Tabela 12.

Figura 9. Pães elaborados em 7 e 15 dias de congelamento

Tempo de cong.	FC	F1	F2	F3	F4	F5
7 (dias)						
15 (dias)						

FC= Formulação controle com 100% FT; F1= Formulação 1 com 95% de FT e 5% de FBV; F2= Formulação 2 com 90% de FT e 10% de FBV; F3= Formulação 3 com 70% de FT e 30% de FBV; F4= Formulação 4 com 95% de FT e 5% de FCBV; F5= Formulação 5 com 90% de FT e 10% de FCBV.

Tempo de cong.= Tempo de congelamento.

Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

O congelamento reduziu o rendimento dos pães em relação ao tempo inicial, o qual não foi submetido a este processo (Tabela 12). Comparando as formulações congeladas

por 7 e 15 dias percebe-se a redução do rendimento com o aumento do tempo de armazenamento congelado, exceto as formulações F1 e F3. O congelamento eficiente altera minimamente o produto, contudo a utilização de velocidades de congelamento inadequadas e flutuação na temperatura de armazenamento podem alterar características físicas e sensoriais (FELLOWS, 2000).

Tabela 12. Rendimento médio e volume específico das formulações de pães pré-fermentados congelados nos tempo 7 e 15 dias, e tempo inicial.

Dias de congelamento		Inicial	7 dias	15 dias
Rendimento (%)	FC	93,9	81,7	81,3
	F1	80,6	81,8	76,8
	F2	83,5	82,4	81,0
	F3	80,0	81,4	76,9
	F4	91,9	88,4	85,6
	F5	92,9	86,7	83,9
Volume específico (mL/g)	FC	1,38±0,01 ^{aA}	1,36±0,02 ^{aA}	1,32±0,03 ^{Aa}
	F1	1,26±0,03 ^{aB}	1,24±0,03 ^{bA}	1,16±0,02 ^{bcA}
	F2	1,16±0,02 ^{cA}	1,25±0,02 ^{bA}	1,15±0,02 ^{cA}
	F3	1,16±0,03 ^{cA}	1,22±0,07 ^{bcA}	1,22±0,02 ^{bA}
	F4	1,10±0,01 ^{aA}	1,14±0,02 ^{cA}	1,17±0,01 ^{bcA}
	F5	1,04±0,01 ^{eA}	1,17±0,01 ^{bcB}	1,20±0,02 ^{bcB}

FC= Formulação controle com 100% FT; F1= Formulação 1 com 95% de FT e 5% de FBV; F2= Formulação 2 com 90% de FT e 10% de FBV; F3= Formulação 3 com 70% de FT e 30% de FBV; F4= Formulação 4 com 95% de FT e 5% de FCBV; F5= Formulação 5 com 90% de FT e 10% de FCBV. Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras minúsculas diferentes na mesma coluna, e maiúsculas na mesma linha representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05).

O volume específico é uma medida importante para verificar a capacidade da farinha de reter o gás no interior da massa e consequentemente proporcionar o crescimento dos pães. A formação da estrutura de glúten da farinha de trigo, com água, fermento, gordura e outros ingredientes conferem a propriedade de retenção de gás da massa, o qual é essencial para a melhora do volume e textura dos pães (AQUINO, 2012). Outro fator que interfere no crescimento dos pães é a elevada concentração de fibras nas farinhas de banana adicionadas às formulações. Assim como relatado por Assis et al.(2009), as fibras causam problemas de qualidade por enfraquecerem a estrutura dos pães, diminuindo a elasticidade e o volume do

miolo. Hu et al. (2009), observaram também redução do volume específico dos pães com o aumento da adição de farelo de arroz com elevado teor de hemicelulose

Com os resultados obtidos, pode-se observar que não há interferência do congelamento ($p>0,05$), exceto na formulação F5 no volume específico dos pães. A adição de farinha de polpa e de casca de banana verde promoveu diferenças ($p>0,05$) no volume específico dos pães (Figura 9 e Tabela 12). A adição de 30% de farinha de banana verde (F2) não diferiu da formulação com 10% (F3) sem congelar. Por outro lado, nos tratamentos com 7 dias de congelamento as formulações com FBV não diferiram entre si. As formulações com adição de diferentes concentrações de FCBV não diferiram entre si ($p>0,05$) quando armazenados por 7 ou 15 dias, mas em todos os tempos de armazenamento foram menor que a formulação controle.

Os pães também foram avaliados quanto ao fator de expansão, conforme Tabela 13, que está relacionado com o espalhamento ou crescimento da massa durante o assamento, ou seja, quanto maior o fator de expansão, menor será o crescimento da massa.

Como pode ser observada, no tempo inicial (sem congelamento) a amostra F5 (10% de FCBV) apresentou maior fator de expansão ($2,29\pm 0,23$), ou seja, menor crescimento da massa, como era de se esperar, devido à adição de maior concentração de FCBV, seguido da amostra F3, com 30% de adição de FBV, maior concentração desta farinha. As formulações F1 e F2 com 7 e 15 dias de congelamento apresentaram maior fator de expansão, sendo assim, o congelamento afetou o fator de expansão, visto que há a formação de cristais de gelo que podem danificar a estrutura da rede de glúten, além do congelamento lento utilizado.

Tabela 13. Fator de expansão dos pães nos tempos inicial, 7 e 15 dias de congelamento

Amostras	Inicial*	7 dias	15 dias
FC	1,65±0,31 ^{cA}	1,80±0,32 ^{cA}	1,75±0,58 ^{cA}
F1	1,98±0,29 ^{bA}	2,89±0,31 ^{aA}	2,65±0,55 ^{aB}
F2	2,09±0,16 ^{bC}	2,77±0,06 ^{aA}	2,18±0,82 ^{bB}
F3	2,22±0,16 ^{aA}	2,79±0,17 ^{aA}	2,27±0,59 ^{bA}
F4	2,14±0,25 ^{bC}	2,46±0,20 ^{bA}	2,29±1,40 ^{bB}
F5	2,29±0,23 ^{aB}	2,38±0,53 ^{bA}	2,54±0,62 ^{bA}

FC= Formulação controle com 100% FT; F1= Formulação 1 com 95% de FT e 5% de FBV; F2= Formulação 2 com 90% de FT e 10% de FBV; F3= Formulação 3 com 70% de FT e 30% de FBV; F4= Formulação 4 com 95% de FT e 5% de FCBV; F5= Formulação 5 com 90% de FT e 10% de FCBV.

*Inicial= sem congelamento. Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma coluna (letras minúsculas), e mesma linha (letras maiúsculas) representam resultados diferentes pelo Teste Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo Autor (2016).

Para quantificação de amido resistente nos pães, foram analisadas apenas as formulações FC (controle, com 100% farinha de trigo), F1 (5% FBV), F3 (30% FBV) e F4 (5% FCBV). Os pães foram avaliados antes do congelamento e após serem assados e resfriados e também após 15 dias de congelamento, após serem assados e resfriados. Os resultados são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14. Teor de amido resistente (%) para as formulações FC, F1, F3 e F4, nos tempos 0 e 15 dias de congelamento.

Tempo de congelamento	FC	F1	F3	F4
Inicial	^{ns} 2,02±0,68 ^c	*5,55±0,93 ^b	*8,69±0,37 ^a	*4,65±0,77 ^b
15 dias	1,44±0,05 ^c	3,68±0,71 ^b	9,64±0,59 ^a	5,34±0,46 ^b

FC= Formulação controle com 100% de farinha de trigo; F1= Formulação 1 com 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de banana verde; F3= Formulação 3 com 70% de farinha de trigo e 30% de farinha de banana verde; F4= Formulação 4 com 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de casca de banana verde. Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma linha representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05). ns ou * na mesma coluna representam resultados diferentes pelo Teste t (p < 0,05).

Os pães apresentaram teores de amido resistente entre 2,02 a 8,69% para o tempo inicial (sem congelamento) e entre 1,44 a 9,64% para 15 dias de congelamento.

Em seu estudo sobre o congelamento de pão francês, Rosin, Lajolo e Menezes (2002), verificaram que o congelamento por 30 dias a -20°C aumentou em 8% a concentração de amido resistente. Matsuda (2007), também em seu estudo com pão francês adicionados de amido de milho com armazenamento congelado por 46 dias observou um acréscimo de 14% na concentração de amido resistente, justificado possivelmente pela retrogradação do amido potencializada pelo congelamento. A partir dos resultados obtidos pode-se observar que somente as formulações F1, F3 e F4 apresentaram aumento na quantidade de amido resistente após o congelamento. De acordo com Tovar et al. (2002), a baixa temperatura de armazenamento, entre outras condições, como a baixa umidade do gel de amido, podem influenciar a retrogradação do amido, transformando-o em amido resistente. As adições das farinhas de banana verde promoveram o aumento do conteúdo de amido resistente nos pães, quando comparados com a formulação controle, sendo que o congelamento de até 15 promoveu um acréscimo do teor de amido resistente nos pães, mostrando assim que os parâmetros avaliados, como adição das farinhas e congelamento obtiveram bons resultados.

Os pães também foram avaliados quanto à cor, croma e ângulo *hue* do miolo e da crosta. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 15 e 16.

Tabela 15. Medidas de cor, croma e ângulo *hue* do miolo dos pães no tempo inicial, 7 e 15 dias de congelamento

		Miolo				
	Amostra	L*	C*	H	a	b
0	FC	68,00±0,72 ^a	20,01±0,12 ^a	94,69±0,53 ^a	0,93±0,13 ^b	20,11±0,28 ^a
	F1	53,98±0,49 ^b	15,54±0,40 ^{bc}	87,78±0,43 ^b	0,14±0,07 ^c	15,59±1,20 ^b
	F2	53,03±0,68 ^b	14,38±0,85 ^c	87,87±0,43 ^b	0,79±0,08 ^{bc}	15,67±0,44 ^b
	F3	44,33±0,67 ^c	12,64±0,36 ^d	81,10±0,84 ^c	1,80±0,27 ^a	11,98±0,65 ^c
	F4	38,55±1,18 ^d	14,99±0,56 ^{bc}	86,56±0,62 ^b	1,05±0,27 ^a	8,89±0,60 ^d
	F5	40,03±1,12 ^d	16,10±0,57 ^b	86,54±0,64 ^b	1,12±0,16 ^b	14,15±0,39 ^b
7	FC	68,76±0,72 ^b	19,87±0,35 ^a	92,90±0,28 ^a	0,94±0,07 ^b	20,37±0,89 ^a
	F1	54,15±0,29 ^c	15,07±0,41 ^b	88,46±0,40 ^b	0,40±0,12 ^c	15,06±0,40 ^b
	F2	52,45±0,43 ^d	14,52±0,49 ^b	87,47±0,37 ^c	0,83±0,13 ^b	14,86±0,20 ^b
	F3	41,86±0,93 ^f	12,13±0,63 ^c	81,02±0,42 ^f	1,92±0,14 ^a	11,98±0,61 ^b
	F4	38,19±0,11 ^e	14,36±0,05 ^b	85,87±0,11 ^d	0,94±0,17 ^b	12,49±3,17 ^b
	F5	40,12±0,54 ^a	14,01±0,02 ^b	84,95±0,05 ^e	1,12±0,10 ^b	13,60±0,31 ^b
15	FC	68,60±0,46 ^a	19,68±0,51 ^a	94,30±0,36 ^a	0,90±0,16 ^b	20,05±0,45 ^a
	F1	53,58±0,47 ^b	15,04±0,08 ^b	88,04±0,53 ^b	0,48±0,09 ^c	14,98±0,73 ^b
	F2	52,93±0,23 ^b	14,63±0,32 ^{bc}	89,15±0,50 ^b	0,82±0,10 ^{bc}	14,87±0,15 ^{bc}
	F3	43,62±0,40 ^c	12,44±0,23 ^d	81,62±0,41 ^d	1,91±0,12 ^a	12,44±0,87 ^d
	F4	39,70±0,28 ^d	14,93±0,22 ^b	86,29±0,52 ^c	1,08±0,22 ^b	9,37±0,49 ^e
	F5	39,27±1,15 ^d	13,87±0,41 ^c	85,67±0,51 ^c	1,16±0,15 ^b	13,42±0,28 ^{cd}

FC= Formulação controle com 100% de farinha de trigo; F1= Formulação 1 com 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de banana verde; F3= Formulação 3 com 70% de farinha de trigo e 30% de farinha de banana verde; F4= Formulação 4 com 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de casca de banana verde; L*= luminosidade, C*= croma. Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma linha representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05).

A diferença na cor dos pães durante o assamento é devida à reação de Maillard e caramelização dos açúcares redutores e aminoácidos conferindo uma coloração mais escura, chamada de melanoidinas (FELLOWS, 2006). A reação de Maillard está relacionada à quantidade de açúcar nas formulações, temperatura de assamento, sendo que o aumento de temperatura causa um aumento no escurecimento, e também devido à falta de branqueamento da farinha no processo de descascamento. Além disso, pode ocorrer reação de caramelização, pela presença de açúcares e favorecer o escurecimento da crosta dos pães.

O parâmetro L* para a crosta variou de 47 a 77, aproximadamente, em todos os tempos de congelamento e tempo inicial, sendo que a F4, com substituição de 5% de FCBV, apresentou coloração mais escura devido a presença de fibras e cinzas, seguido da F5, com 10% de substituição de FCBV, conforme Tabela 16. O mesmo pode ser observado para a cor do miolo dos pães (Tabela 15).

A intensidade de cor (Croma) variou entre 17 a 28 aproximadamente, em todos os tempos de congelamento e tempo inicial. A substituição de FBV e FCBV alterou a cor dos

pães quando comparados com a FC. O mesmo comportamento pode ser observado para o miolo dos pães, onde os resultados obtidos para este parâmetro foram menores, ou seja, com coloração menos intensa (menor croma).

Tabela 16. Medidas de cor, croma e ângulo *hue* da crosta dos pães no tempo inicial, 7 e 15 dias de congelamento.

		Crosta				
	Amostra	L*	C*	H	a	b
0	FC	77,48±0,74 ^a	28,53±1,19 ^a	85,88±0,19 ^a	2,40±0,46 ^b	26,12±0,53 ^a
	F1	70,14±1,10 ^b	22,19±1,11 ^{cd}	84,07±0,56 ^b	2,03±0,06 ^b	22,16±1,41 ^{bc}
	F2	69,27±0,71 ^b	24,44±0,52 ^{bc}	84,23±0,75 ^b	2,79±0,31 ^b	24,49±0,71 ^a
	F3	69,06±1,12 ^c	25,94±0,49 ^b	80,77±0,37 ^c	3,71±0,28 ^a	23,94±0,57 ^{ab}
	F4	47,47±1,56 ^d	20,44±0,76 ^d	83,18±0,24 ^b	2,57±0,42 ^b	21,16±0,65 ^c
	F5	49,47±0,47 ^d	20,31±0,90 ^d	83,60±0,60 ^b	2,03±0,10 ^b	17,72±1,02 ^d
7	FC	77,15±0,14 ^a	26,63±2,60 ^a	83,54±1,66 ^a	3,07±1,02 ^{ab}	27,55±2,37 ^a
	F1	67,42±0,16 ^b	23,39±1,66 ^{ab}	84,61±0,53 ^a	2,20±0,36 ^b	23,29±1,64 ^{bc}
	F2	69,71±0,26 ^b	24,95±0,11 ^a	84,54±0,59 ^a	2,73±0,19 ^{ab}	24,89±0,12 ^{ab}
	F3	67,78±1,79 ^b	25,13±1,25 ^a	89,93±0,39 ^a	3,76±0,30 ^a	24,10±1,54 ^{abc}
	F4	49,98±1,13 ^c	20,72±0,95 ^{bc}	82,83±0,37 ^a	2,59±0,24 ^{ab}	20,56±0,92 ^{cd}
	F5	50,44±1,67 ^b	17,13±1,34 ^c	83,54±0,35 ^a	2,02±0,24 ^b	17,00±1,32 ^d
15	FC	77,15±0,14 ^a	28,01±1,67 ^a	85,19±0,62 ^a	3,03±0,93 ^{ab}	25,46±1,16 ^a
	F1	69,52±0,79 ^b	22,28±1,37 ^{cd}	84,35±0,25 ^{ab}	1,93±0,09 ^b	22,29±1,33 ^{bc}
	F2	69,52±1,51 ^c	24,84±0,25 ^{bc}	84,37±0,51 ^{ab}	2,84±0,24 ^{ab}	24,68±0,26 ^a
	F3	66,25±1,51 ^c	26,27±0,55 ^{ab}	80,73±0,43 ^c	3,89±0,32 ^a	23,89±0,44 ^{ab}
	F4	48,18±1,56 ^d	20,14±0,24 ^{de}	83,17±0,44 ^b	2,60±0,41 ^b	21,13±0,32 ^c
	F5	49,43±0,94 ^d	19,39±0,84 ^e	83,47±0,88 ^b	1,99±0,14 ^b	17,74±0,77 ^d

FC= Formulação controle com 100% de farinha de trigo; F1= Formulação 1 com 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de banana verde; F3= Formulação 3 com 70% de farinha de trigo e 30% de farinha de banana verde; F4= Formulação 4 com 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de casca de banana verde; L*= luminosidade; C*=croma. Resultados expressos como média ± desvio padrão da média (n = 3 repetições). Letras diferentes na mesma linha representam resultados diferentes pelo Teste Tukey (p < 0,05).

Para o parâmetro ângulo *hue* (tonalidade), as formulações variaram entre 80 a 89, aproximadamente, sendo que a FC se aproximou mais de 90° (coloração mais amarelada), e as demais formulações apresentaram coloração esverdeada, devido a adição da FBV e FCBV. Rodrigues (2010), em seu estudo sobre a adição de farinha de casca de cupuaçu em pães também verificou tonalidades próximas à 90° em suas formulações. A cor influencia na primeira sensação que o consumidor tem sobre o produto final, sendo que esta influencia na decisão de compra e consumo do produto, entretanto a cor não esta relacionada com os benefícios nutricionais que os pães com substituições podem trazer.

O escore tecnológico foi avaliado por três avaliadores para os tempos 7 e 15 dias de congelamento, sendo que a ficha de avaliação encontra-se no anexo A, e os resultados obtidos na Tabela 17.

Tabela 17. Pontuação total dos pães no escore tecnológico

Tempo de congelamento	FC	F1	F2	F3	F4	F5
7 dias	67,7	52,3	45	38,3	48,6	49,6
15 dias	74,3	55,3	46,6	47	49,6	55,3

FC= Formulação controle com 100% de farinha de trigo; F1= Formulação 1 com 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de banana verde; F3= Formulação 3 com 70% de farinha de trigo e 30% de farinha de banana verde; F4= Formulação 4 com 95% de farinha de trigo e 5% de farinha de casca de banana verde.

As avaliações para 7 dias de congelamento variaram entre 45 e 67, aproximadamente, sendo que as melhores avaliações (maior pontuação) foram FC, sem adição de farinhas de banana e F1 com a menor concentração de FBV (5%). O mesmo segue para os pães congelados por 15 dias, sendo que houve um aumento na pontuação em todas as amostras avaliadas. Esse aumento ocorre devido á falta de um painel treinado de provadores, o que acarreta em divergências e falta de padronização nas avaliações.

5. CONCLUSÕES

As farinhas de banana verde e casca de banana verde elaboradas apresentaram bom desenvolvimento nas análises realizadas, sendo que, os parâmetros analisados são importantes para o bom trabalho das massas e à qualidade do produto final.

As misturas de farinha de trigo com banana verde ou farinha de casca de banana verde apresentaram características viscoamilográficas diferenciadas quando comparada com a farinha controle. Além disso, as formulações com as maiores concentrações das farinhas de banana apresentaram menor a estabilidade da massa ao esforço mecânico indicando que as mesmas são farinhas médias.

A adição de farinha de banana verde e de casca de banana verde nos pães congelados afetou os atributos de cor, volume específico e fator de expansão em algumas formulações. Porém a adição das farinhas contribuiu para o maior teor de amido resistente quando comparados com a formulação controle.

A adição dessas farinhas em pão congelado resultou em um produto de panificação diferenciado, com aporte nutricional proveniente do teor intermediário de amido resistente, presente na farinha de banana verde e de casca de banana verde. O amido resistente apresenta lenta digestibilidade devido às características intrínsecas da estrutura dos grânulos atuando juntamente com as fibras e promovendo efeitos fisiológicos benéficos, incluindo laxação e/ou atenuação do nível de colesterol, ou de glicose no sangue.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC (American Association of cereal chemists). **Approved methods of the AACC**. 10^a ed. St. Pauli, Minnesota, 2000.

ALMEIDA, E. L. **Efeito da adição de fibra alimentar sobre a qualidade de pão pré-assado congelado**. (*Dissertação de mestrado*) - Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP- SP. 2006.

ALVES, J.E. **A cultura da banana: aspectos técnicos, sócio-econômicos e agroindustriais**. 2. ed. . Embrapa. Brasília, 1999.

AMORIM, K.A.; PESSOA, C.E.; ALVES, V. M.; DIAS, L. G.; DAMIANI, C.; SILVA E. P. **Granulometria e atividade de água de farinha de trigo, polvilho e trigo moído**. Anais: XXV Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de alimentos. FAURGS. Gramado –RS, 2016.

ANDERSON R. A.; CONWAY, V. F. P.; GRIFFIN, E. L. **Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion cooking**. *Cereal Sci. Today*, v.14, n.1, p.4-7, 1969.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução CNNPA n. 12 de 1978. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de Julho de 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 13 de novembro de 2016.

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução CNNPA n. 17 de 1977. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de maio de 1977. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 16 de janeiro de 2017.

AQUINO, V.C. **Estudo da estrutura de massas de pães elaborados a partir de diferentes processos fermentativos**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo – SP. 2012.

ARÊAS, J.A.G., LAJOLO, F.M. Starch transformation during banana ripening: I - the phosphorylase and phosphatase behavior in *Musa acuminata*. **Journal Food Biochem.** v.5, p.19- 37, 1981.

ARRUDA, R.M; MELO, N.A.M; PEREIRA,N.C.M; PEREIRA, R.C.J, GASPARETO, L, MOREIRA, A. **Técnicas de cultivo e mercado para a cultura da banana**. Fortaleza, Instituto Frutal, 2008.

ASP, N.G. Preface: Resistant Starch. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.26, p. S1, 1992.

BARBOSA, J.R; BELTRAME, S.C.; BRAGATTO, M.M.; DÉBIA, J.G.; BOLANHO, B.C.; DANESI, E.D.G. Avaliação da composição e dos parâmetros tecnológicos de farinhas produzidas a partir de subprodutos agroindustriais. **Revista Tecnológica**. Ed. Especial, p.21-28, 2011.

BEDNAR, G. E.; PLATIL, A .R.; MURRAY, S. M.; GRIESHOP, C. M.; MERCHEN, N. R.; FAHEY, G. C. Starch and fiber fractions in selected food and feed ingredients affect their small intestinal digestibility and fermentability and their large bowel fermentability in vitro in a canine model. **Journal of Nutrition**, v.131, n.2, p. 276-286, 2001.

BEZERRA, C.V. **Caracterização e avaliação das propriedades funcionais tecnológicas da farinha de banana verde obtidas por secagem em leito de jorro**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará. Belém, 2010.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. (1992). **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela.

BORGES, A.M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E.M.P. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas. v. 29. 2 ed. Abr/jun, 2009.

BORGES, R.M.T.M. **Potencial Vitamínico da banana verde e produtos derivados**. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) – Universidade de Campinas, São Paulo, 2003.

BORGES, A.L.; SOUZA, L.S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. 279p. 2004.

BRASIL, Instrução Normativa nº 8 de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o “Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos”, constantes do Anexo desta resolução. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/regutec.htm>

BRASIL, Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância sanitária (ANVISA), Resolução CNNPA nº 12 de 24 de setembro de 1978. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF.

BRASIL. Secretaria de Vigilância Sanitária/ Ministério da Saúde. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF.

CARR, L.G., TADINI, C.C. Influence of yeast and vegetable shortening on physical and textural parameters of frozen part baked French bread. **LWT – Food Science and Technology**, v.36, p.609-614,2003.

CASTILHO, L.G.; ALCANTARA, B.M.; CLEMENTE E. Desenvolvimento e análise físico-química da farinha da casca, da casca in natura e da polpa de banana verde das cultivares maçã e prata. **Revista Exacta**, v. 7. n. 2, p.107-114.2004.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2.ed. Campinas: Editora UNICAMP, 2003. 207p.

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

COSTA, C.C, GUILHOTO, J.J.M., IMORI, D. Importância dos Setores Agroindustriais na Geração de Renda e Emprego para a Economia Brasileira. **RESR**, Piracicaba-SP, Vol. 51, Nº 4, p. 791-808, Out/Dez, 2013.

CRUZ, J.B; COSTA, R.C. **Caracterização da farinha de banana com adição de farinha de tapioca utilizada como merenda escolar no município de Cametá-Pa.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia Agroindustrial) – Universidade do Estado do Pará, Pará, 2007.

DAN, M.C.T. **Avaliação da potencialidade da farinha de banana verde como ingrediente funcional: estudo in vivo e in vitro.** Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, SP. 2011.

DARKWA, Sarah; DARKWA, AA. Taro “Colocasia esculenta”: It’s utilization in food products in Ghana. **Food Processing & Technolog. Journal Food Process Technology**, 2013.

DEMIATE, I. M.; CEREDA, M. P. Some physicochemical characteristics of modified cassava starches presenting baking property. **Revista Energia na Agricultura**, v. 15, n. 3, p. 36-46, 2000.

DIAS, Larissa Tavares; LEONEL, Magali. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 30, n. 4, p. 692-700, jul./ago., 2006.

DOTTO, D. C. **Obtenção de farinha de banana verde, sua caracterização quanto a alguns componentes e avaliação de seu uso em formulações de bolo como substituta parcial da farinha de trigo.** Monografia (Especialização). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste/Departamento de Engenharia Química, Toledo/PR, 51 p., 2004.

ENGLYST, H.M.; WIGGINS, H.S; CUMMINGS, J.H. Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. **Analyst**, v. 107, p.307-318, 1982

ESTELLER, M.S.; LANNES, S.C.S. Parâmetros complementares para Fixação de identidade e Qualidade de Produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.802-806, 2005.

ESCARPA, A; GONZÁLEZ, M.C; MORALES, M.D; CALIXTRO, S.F. An approach to the influence of nutrients and others components on the resistant starch formation. **Food Chemistry**. v.60, n.4, p.527-532. 1997.

FAO: Organização das nações unidas para a alimentação e agricultura – **Perspectivas agrícolas 2015-2024**, cáp. 2. 2015.

FASOLIN, L.H.; ALMEIDA, G.C.; CASTANHO, P.S.; NETTO-OLIVEIRA, E.R. Biscoitos produzidos com farinha de bana: avaliações química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas 27(3): 524-529. 2007

FERREIRA, P.B.M.; WATANABE, E. Estudo da formulação na produção de pão francês pré-assado. **In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 16, Rio de Janeiro. Anais, Rio de Janeiro: SBCTA. 1998.

FIOVARANÇO, C.J. Mercado Mundial da Banana: produção, comércio e participação brasileira. **Informações econômicas**, v.33, n.10, outubro. 2003.

FELLOWS, P.J. **Freezing. Food Processing Technology: Principles and Practices**. 2^a. ed. London: Woodhead Publishing Ltd., p. 418-439, 2000.

GABRIC, D.; BEM-AISSA, F.; LE-BAIL, A.; MONTEAU, J.Y.; CURIC, D. Impact of process conditions on the structure of pre-fermented frozen dough. **Journal of Food Engineering**. n. 105, p.361-366. 2011.

GERMANI, R. **Características dos grãos e farinhas de trigo e avaliações de suas qualidades**. Rio de Janeiro: Embrapa agroindústrias de alimentos, 2007.

GERMANI, R.; CARVALHO, C. W. P. Características dos grãos e farinhas de trigo e avaliação de sua qualidade. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 40, n. 1, p. 19-27, 2004.

GUILLON, F.; CHAMP, M. Structural and physical properties of dietary fibres, and consequences of processing on human physiology. **Food Research International**, 33:233-245, 2000.

GUTKOSKI, Luiz C., BREHM, C. M., SANTOS, E., MEZZOMO, N. Efeito de ingredientes na qualidade da massa de pão de forma congelada não fermentada durante o armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 460-467, Setembro 2005.

HOFSETZ, K. **Obtenção de banana nanica (*Musa acuminata colla subgrupo Cavendish*) crocante a partir da secagem a alta temperatura**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2003.

HU, G., HUANG, S., CAO, S., MA, Z. Effect of enrichment with hemicellulose from rice bran on chemical and functional properties of bread. **Food Chemistry**, n.115, p. 839–842, 2009

HUNTERLAB. CIE L*a*b* color scale. **Applications Note**, v.8, n.7, p.1-4, 1996

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Versão eletrônica. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

IZIDORO D.R. et al. Avaliação físico-química, colorimétrica e aceitação sensorial de emulsão estabilizada com polpa de banana verde. **Revista Insituto Adolfo Lutz**, 67(3): 167-176. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná. 2008.

JACOBS, H.; EERLINGEN, R. C.; CLAUWAERT, W.; DELCOUR, J. A. Influence of annealing on the pasting properties of starches from varying botanical sources. **Cereal Chemistry**, v. 72, n. 5, p. 480-487, 1995.

LEON, E.; PISTON, F.; SHEWRY, P. R.; ROSELL, C. M.; MARTIN, A.; BARRO, F. Pasting properties of transgenic lines of a commercial bread wheat expressing combinations of HMW glutenin subunit genes. **Journal of Cereal Science**, London, v. 51, p. 344-349, 2010.

LEONEL, M.; CARMO, E.L.; LEONEL, S.; FRANCO, C.M.L.; CAMPANHA, R.B. Extração e caracterização do amido de diferentes genótipos de bananeira. **Rev. Brasileira de fruticultura**. Jaboticabal, SP. Vol. Especial. Outubro, 2011.

LIMA, B. G. A; NEBRA, A. S; QUEIROZ, R. M. Aspectos científico e tecnológico da banana. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v.2, n.1, p.87-101, 2000.

LOBO, A.R.; SILVA, G.M.L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista de Nutrição**. Campinas, v. 16, 2ed. p. 219-226, abr/jun, 2003.

MANICA, I. **Fruticultura tropical: banana**. Porto Alegre: Cinco continentes, 1997.

MARTINS, C. R.; FARIAS, R. M. Produção de alimentos x desperdício: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 9, n.1, p. 20-32, 2002.

MARTINS, J.N.; OLIVEIRA, E.N.A.; SANTOS, D.C. Estudo da absorção de água em misturas de farinhas de trigo de diferentes marcas comerciais. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**. vol. 7, n.4, p. 201-206, 2012.

MASCARENHAS, G.C.C. Banana: comercialização e mercados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 196, p. 97-108, jan/fev. 1999.

MATSUDA, L.Y. **Concentração de amido resistente em pão francês pré-assado congelado: aspectos tecnológicos**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Engenharia Química. São Paulo-SP, 2007.

MATSUGUMA, L. S., LACERDA, L. G., SCHNITZLER, E., CARVALHO FILHO, M. A. da S., FRANCO, C. M. L., DEMIATE, I. M. Characterization of native and oxidized starches of two varieties of peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza*, B.) from two production areas of paraná state. **Brazilian Archives of Biology and Technology Brazil**, 52, 3, 701-713, 2009.

MENEZES, E.W.; LAJOLO, F.M. **Marcadores in vivo e in vitro de carboidratos**. In: LAJOLO, F.M., MENEZES, E.W. (Ed). **Carboidratos em Alimentos Regionales Ibero-Americanos**. 1ed. São Paulo: edusp, p. 309-340, 2006.

MORAES, K. S de; ZAVAREZE, E. R.; MIRANDA, M. Z.; SALAS-MELLADO, M. M. **Avaliação tecnológica de biscoitos tipo cookie com variações nos teores de lipídio e de açúcar.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, 30(Supl.1): 233-242, maio, 2010.

MUDGIL, D., S. BARAK. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 61, p 1– 6, 2013.

MUNTEANU, M.G., VOICU, G., UNGUREANU, N., ZĂBAVĂ, S., IONESCU, M., CONSTANTIN, G.A., ISTRATE. I. Methods for determining the characteristics of flour and dough. Anais 5th International Conference on Thermal Equipment, **Renewable Energy and Rural Development TE-RE-RD - Golden Sands**, Junho 2016.

NANDEESH, K; JYOTSNA, R; VENKATESWARA RAO, G. Effect of differently treated wheat bran on rheology, microstructure and quality characteristics of soft dough biscuits. Karnataka, India . **Journal of Food Processing and Preservation** 35, 179–200, 2001.

NEITZEL, L.H. **Influência da formulação no congelamento de massas de bolo e na qualidade do produto final.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pelotas – RS, 2006.

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

NUTRINEWS. **Fibras. Necessárias para viver... bem.** 2001. Disponível em: <<http://www.nutrinews.com.br/edicoes/Mat03Ed183Fibras.html>> Acesso em: 13 de agosto de 2016.

ORO, T., LIMBERGER, V.M., MIRANDA, M.Z., RICHARDS, N.S.P.S., GUTKOSKI, L.C., FRANCISCO, A. Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha refinada usadas na produção de pães. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.4, p.754-760, abr, 2013.

OKEZIE, B. BELLO, A. B. Physico-chemical and functional properties of winged bean flours and isolated compared with soy isolated. **Journal of Food Science**, 53, 450-454, 1998.

OLIVEIRA, L. F. et al. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo para produção de doce em calda. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. V. 22, n.3, p. 259 – 262, set./dez., 2002.

ORMENESE, R.C.S.C. **Obtenção de farinha de banana verde por diferentes processos de secagem e aplicação em produtos alimentícios**. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas-São Paulo, 2012.

PAVANELLI, A.P. **Aditivos para panificação: conceitos e funcionalidade**. Oxiteno S/A Indústria e comércio. Disponível em: <<http://www.oxiteno.com.br/aplicacoes>> Acesso em: 20 de dezembro de 2016.

PIZZINATTO, A. **Qualidade da farinha de trigo: conceitos, fatores determinantes, parâmetros de avaliação e controle**. Campinas: ITAL, 1997.

PEREIRA, M.C.A. **Efeitos das farinhas de polpa e de casca de banana e do fermentado de quefir nos níveis glicêmicos e lipídêmicos de ratos**. Tese (Doutorado em Ciências dos alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2007.

PESSOA, T. R. B. **Avaliação do processo de obtenção de farinha da casca de banana (*Musa sapientum*) das variedades Prata, Pacovan e Maça**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.

PHIL CRUSE. **Introduction to Colour Spaces** – CIE Lab & LCH, 1997. Disponível em <http://www.colourphil.co.uk/lab_lch_colour_space.html>. Acesso em: 07 ago. 2016.

PHILIPPI, S. T. **Nutrição e técnica dietética** –Ed. Manole, 3ª Ed. 2014.

QUAGLIA, G. **Ciência y tecnología de la panificación**. Zaragoza: Acribia. 485 p. 1991.

QUEJI, M. F. D.; SCHEMIN, M. H. C.; TRINDADE, J. L. F. Propriedades reológicas da massa de farinha de trigo adicionada de alfa-amilase. **UEPG-Ciências Exatas**. Ponta Grossa, v. 12, n. 2, p. 21-29, 2006.

RAMÍREZ –MAGANDA, J. et al. Nutritional properties and phenolic content of a bakery product substituted with a mango (*Mangifera indica*) ‘Ataulfo’ processing by-product. **Food Research International**. v. 73, p. 1171 –23, 2015.

ROJAS, J. A.; ROSELL, C. M.; BENEDITO, C. Pasting properties of different wheat flourhydrocolloid systems. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 13, p. 27-33, 1999.

ROSIN, P.M., LAJOLO, F.M., MENEZES, E.W. Measurement and characterization of dietary starches. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, p. 367-377, 2002.

SALGADO, M. S; FARO, P. Z; LIVERA, S.V.A. **Aspectos físico-químicos e fisiológicos do amido resistente**. **Boletim Ceppa**, v.23, n.1, p.109-122, jan/jun. 2005.

SANTOS, L.V. **Emulsificantes – modo de ação e utilização nos alimentos**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas – RS, 2008.

SARAIVA, A. L. G.; C. E. M. da SILVA; E. CLEMENTE. Efeito do ácido ascórbico em massa de pão na presença do ácido tânico. **Acta Scientiarum Technology**. Maringá – Paraná, v. 32, n. 2. p. 207-211. 2010.

SASAKI, T., YASUI, T., MATSUKI, J., SATAKE, T. Comparison of physical properties of wheat starch gels with different amylose content. **Cereal Chemistry** 79:861-866, 2002.

SILVA, J. A. Conservação de alimentos pelo frio. In: SILVA, J.A., **Tópicos da Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Varela, p. 153-159, 2000.

SENAI. **Fundamentos da Química e Controle de qualidade dos Cereais**; 2009.

TACO - Tabela brasileira de composição de alimentos / **NEPA** – UNICAMP.- 4. ed. rev. e amp l.. -- Campinas: NEPA- UNICAMP, 161 p. 2011.

TEDRUS, Guilherme de A. S. et al. Estudo da adição de vital glúten à farinha de arroz, farinha de aveia e amido de trigo na qualidade de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.21, n.1, pp.20-25, 2001.

TOVAR J.; MELITO C.; HERRERA E., RASCÓN A., PÉREZ E. Resistant starch formation does not parallel syneresis tendency in different starch gels. **Food Chemistry**. 2002;76:455-9.

TRIBESS, T. B. HERNÁNDEZ-URIBE, J.P., MÉNDEZ-MONTEALVO, M.G.C. MENEZES, E.W. BELLO-PÉREZ, L.A., TADINI, C.C. Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishi*) produced at different drying conditions. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, n. 5, p. 1022–1025, 2009.

VARGAS, C.V.; MONSORES, R.M.C.; SILVA, P.I.; JUNQUEIRA, M.S. **Composição físico-química de farinha de casca e de polpa de banana verde**. In. XVINIC Encontro latino americano de iniciação científica. 2012.

ZARDO, F. P. **Análises laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul, campus Bento Gonçalves. 2010.

WALTER, M.; SILVA, L.P.; PERDOMO,D.M.X. Amido disponível e resistente em alimentos: adaptação do método AOAC 996.11. **Alimentos e Nutrição Araraquara**. Vol. 16, nº 01. 2005.

WASZCZYNSKYJ, N. et al.. **Tecnologia para obtenção de fibras alimentares a partir de matérias primas regionais**. Experiência do Brasil. Cap. 16, p. 237-243, 2001.