

**CARACTERIZAÇÃO E ESTABILIDADE DE
PRÉ-MISTURAS PARA BOLOS À BASE DE
FARINHA DE BANANA VERDE**

ANTONIA DE MARIA BORGES

2007

ANTONIA DE MARIA BORGES

**CARACTERIZAÇÃO E ESTABILIDADE DE PRÉ-MISTURAS PARA
BOLOS À BASE DE FARINHA DE BANANA VERDE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora

Profa. Dra. Joelma Pereira

LAVRAS
MINAS GERAIS- BRASIL
2007

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Borges, Antônia de Maria.

Caracterização e estabilidade de pré-misturas para bolos a base de
farinha de banana verde / Antônia de Maria Borges. -- Lavras : UFLA,
2007.

102 p. : il.

Orientador: Joelma Pereira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. banana verde 2. amido de banana. 3. bolo 4 panificação 5. armazenamento 6. pré-
mistura 7. análise sensorial. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 634.772

ANTONIA DE MARIA BORGES

**CARACTERIZAÇÃO E ESTABILIDADE DE PRÉ-MISTURAS PARA
BOLOS À BASE DE FARINHA DE BANANA VERDE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 02 de Julho de 2007

Prof. Jaime Vilela Resende UFLA

Prof. Augusto Ramalho de Moraes UFLA

Profa. Rosemary Gualberto Fonseca Alvarenga Pereira UFLA

Profa. Joelma Pereira
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS- BRASIL

OFEREÇO

A Deus, autor e Senhor de toda a nossa existência.

A minha família, pelo apoio e dedicação em todos os momentos.

Em memória de minha avó, Ana Pereira Rodrigues.

Ao meu sobrinho João Pedro.

A todos que fazem a UFLA.

A diretoria FATEC Fortaleza e Juazeiro do Norte (CE).

DEDICO

A minha querida orientadora, Joelma Pereira, pela ética, compreensão e atenção em todos os momentos.

Ao meu mestre e amigo Coordenador do Curso de Tecnologia de Alimentos, Antenor Silva Júnior FATEC Cariri/CE.

AGRADECIMENTOS

À FATEC Faculdade de Tecnologia Cariri Juazeiro do Norte (CE), pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências dos Alimentos, pela formação acadêmica.

A minha querida irmã, Dóris Borges, pela amizade materna.

Ao meu grande amigo Izaías Amâncio de Figueiredo, pelo apoio e carinho.

Ao Dr. Renato Isidro, pelo carinho e simplicidade.

Ao Dr. Eliseu Marlônio Pereira Lucena, pelo apoio técnico e científico a este trabalho.

Ao Dr. Antonio Belfort, pelo incentivo.

Ao Dr. Antonio Amauri Oriá Fernandes, pela oportunidade concedida.

Ao Dr. Júlio César Sales, pelo apoio neste trabalho.

A Dra. Suely Ciabotti, pela amizade e apoio.

A Dra. Érica Silina, pela realização deste trabalho.

Ao Prof. Hilton Cruz, pela mensagem de otimismo que passa constantemente para todos

A Lígia Almeida (CEFET Juazeiro do Norte-CE).

Ao meu amigo Abel Gonzalez, pela amizade sincera.

A Cleonice Borges, pela irmandade e amizade.

A Aparecida Borges, pelo apoio sincero.

A Marlene Barros, por seu amor e incentivo.

A Tatiana, pela grandeza do amor fraterno.

A minha grande amiga Zita Cristina, que me ensinou muito com seu silêncio.

A grande Juliana Miamoto, pelo acolhimento e alegria constante.

A Viviane, pela hospitalidade e amizade.

A Anita, por sua simplicidade Mariana.

A minha amiga Flor e família, por seu amor e acolhida.

A Sônia Coelho Abreu de Oliveira, pelo apoio técnico microbiológico.

A Cidinha e Lola, pelo apoio materno.

A grande Deniela, Adriana, Hanna, Isana e Aline, pelo apoio laboratorial.

A Terezinha, pela hospitalidade.

A minha amiga Lili, por sua paciência constante.

Aos meus grandes amigos Guilherme e Quélen Barcelos.

Ao Gustavo Resende, por me fazer entender que tudo posso.

Enfim, a todos que estiveram comigo nesses dois anos de luta e dedicação, agradeço pela realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1: Abordagem tecnológica da pré-mistura: história, mercado, ingredientes e importância industrial.....	1
1 Introdução geral.....	2
2 Referencial teórico.....	5
2.1 Histórico das pré-misturas	5
2.2 Ingredientes utilizados em pré-misturas.....	6
2.2.1 Farinha de trigo.....	7
2.2.2 Características reológicas da farinha.....	7
2.2.2.1 Farinografia.....	7
2.2.2.2. Conteúdo de glúten.....	8
2.2.2.3 Viscosidade por RVA.....	10
2.2.3 Açúcar.....	12
2.2.4 Gordura.....	13
2.2.5 Fermento químico.....	14
2.2.6 Sal.....	16
2.2.7 Aditivos.....	17
2.2.7.1 Conservantes.....	17
2.2.7.1.1 Sorbato de potássio.....	17
2.2.7.1.2 Propionato de cálcio.....	19
2.2.8 Ingredientes complementares das misturas prontas.....	20
2.2.8.1 Leite.....	20
2.2.8.2 Ovo.....	21
3 Referências bibliográficas.....	23
CAPÍTULO 2: Obtenção e caracterização da farinha de banana verde cultivar prata e sua utilização em pré-misturas para bolos.....	28
RESUMO.....	29
ABSTRACT.....	30
1 Introdução.....	31
2 Material e métodos.....	36
2.1 Obtenção da farinha de banana verde.....	36
2.2 Caracterização química da farinha de banana.....	37
2.2.1 Composição centesimal.....	37
2.2.2 pH.....	37
2.2.3 Acidez total titulável.....	37
2.2.4 Amido.....	38
2.2.5 Vitamina C.....	38
2.2.6 Determinação de minerais.....	38

2.2.7 Valor calórico.....	38
2.3 Análise microbiológica.....	38
2.4 Análises reológicas.....	39
2.4.1 Farinografia.....	39
2.4.2 Viscosidade das farinhas mistas.....	39
2.5 Elaboração dos bolos.....	40
2.6 Análise sensorial.....	41
2.7 Análises estatísticas.....	41
3 Resultados e discussão.....	42
3.1 Caracterização da farinha de banana.....	42
3.1.1 Rendimento da farinha de banana.....	42
3.1.2 Análises físico-químicas.....	42
3.2 Características físico-químicas da farinha de banana.....	45
3.3 Composição de minerais.....	46
3.4 Caracterização da farinha de trigo.....	48
3.5 Análises microbiológicas da farinha de banana.....	48
3.6 Análises reológicas.....	51
3.6.1 Viscosidade por RVA.....	51
3.6.2 Farinografia.....	55
3.7 Análise sensorial.....	60
4 Conclusões.....	64
5 Referências bibliográficas.....	65
CAPÍTULO 3: Estabilidade da pré-mistura para bolos durante o armazenamento.....	71
RESUMO.....	72
ABSTRACT.....	73
1 Introdução.....	74
2 Material e métodos.....	76
2.1 Obtenção da pré-mistura para bolo.....	77
2.2 Estabilidade da pré-mistura para bolos.....	79
2.3 Processamento dos bolos.....	79
2.4 Análise de volume dos bolos.....	80
2.5 Análises sensoriais.....	81
2.6 Análises estatísticas.....	81
3 Resultados e discussão.....	82
3.1 Análises da pré-mistura.....	82
3.1.1 Umidade.....	82
3.1.2 pH.....	83
3.1.3 Acidez total titulável (ATT).....	84
3.1.4 Vitamina C.....	86
3.1.5 Análises microbiológicas.....	87
3.2 Obtenção dos bolos.....	89

3.2.1 Volume.....	90
3.2.2 Análise sensorial.....	92
4 Conclusões.....	95
5 Referências bibliográficas.....	96
ANEXOS.....	99

RESUMO

BORGES, Antonia de Maria. **Caracterização e estabilidade de pré-misturas para bolos à base de farinha de banana verde**. 2007. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)*- Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.*

No Brasil, o mercado das pré-misturas para bolos tem apresentado tendências de crescimento nos últimos anos, com produtos inovadores e de vida de prateleira prolongada. A banana verde apresentou-se como alternativa para a formulação de pré-misturas para bolos, por meio da farinha de banana verde, com 0%, 15%, 30%, 45% e 60%, em substituição à farinha de trigo. Este trabalho foi realizado com o objetivo de caracterizar, sob aspectos tecnológicos, a farinha de banana verde por meio da avaliação físico-química e microbiológica; analisar o comportamento das farinhas mistas contendo farinha de banana pelos testes reológicos (farinografia e viscosidade de pasta) e estudo sensorial dos bolos através da análise sensorial para escolha da pré-mistura mais aceita, para formulação e estabilidade, durante 120 dias de armazenamento. Foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas, física e sensorial dos bolos. A banana verde apresentou resultados favoráveis quanto ao rendimento: 74,5% de farinha de banana verde a partir da banana sem casca e 14,59% a partir da banana com casca, mostrando-se rica fonte de minerais potássio, fósforo, cálcio, enxofre e zinco. A farinografia demonstrou que quanto maior o percentual utilizado de farinha de banana verde nas formulações das farinhas mistas, maior foi absorção de água e menor a estabilidade do glúten. O comportamento das farinhas mistas na viscosidade, pelos parâmetros avaliados, mostrou a influência do amido da banana verde na viscosidade com valores altos na viscosidade máxima, mínima, final e “set-back”. A pré-mistura manteve estável no armazenamento, originando bolos com qualidade, até os 90 dias de armazenamento e com qualidade microbiológica sem presença de microrganismos, até os 120 dias de armazenamento. A análise sensorial dos bolos mostrou grande aceitação, pelos provadores, pela formulação com 60% de farinha de banana verde, através dos atributos aparência, textura, sabor e aroma.

* Orientadora: Joelma Pereira - UFLA

ABSTRACT

BORGES, Antonia de Maria. **Characterization and stability of pre-mixture for cakes using flour of green banana**. 2007. 102p. Dissertation (Master in Food Science)* - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.*

In Brazil, the market of the cakes pre-mixtures has presented trends of growth in these last years, with innovative products and prolonged shelf life. The green banana was presented as an alternative to formulate cake pre-mixtures, through the use of green banana flour, with 0%, 15%, 30%, 45% and 60% in substitution to the wheat flour. This work was realized with the objective to characterize, under technological aspects, the green banana flour through the physical-chemical and microbiological valuation, to analyse the mixing flour with banana flour by the rheological tests (farinograph and paste viscosity) and cakes sensorial study through the sensorial analysis to the choice the pre-mixture most accepted, to formulation and stability, during 120 days of storage. Analyses through physical-chemical, microbiological, physical and sensorial of cakes had been carried. The green banana presented favorable results about the yield: 74.5% of green banana flour from the banana without rind and 14.59% from the banana with rind, revealing rich mineral source potassium, phosphorus, calcium, sulphur and zinc. The farinograph demonstrates that the more the amount of green banana flour on the mixing flour formulations, the bigger absorption of water and the minor the stability of gluten. The behavior of mixing flours in viscosity, for the evaluated parameters, showed the influence of the green banana starch in viscosity with high values in maximum viscosity, minimum, final and set-back. The pre-mixture kept steady in the storage, originating cakes with quality, until the 90 days of storage and with microbiological quality without presence of microorganisms, until the 120 days of storage. The sensorial analysis of cakes showed great acceptance, for the judges, the formularization with 60% of green banana flour, through the attributes appearance, texture, taste and flavor.

* Advisor: Joelma Pereira- UFLA.

CAPÍTULO 1

**ABORDAGEM TECNOLÓGICA DA PRÉ-MISTURA: HISTÓRIA,
MERCADO, INGREDIENTES E IMPORTÂNCIA INDUSTRIAL**

1 INTRODUÇÃO GERAL

O trigo é o coração da indústria da panificação e de massas alimentícias, podendo ser utilizado sob diversas formas. Uma forma especial da utilização desse cereal é a aplicação em pré-misturas prontas para bolos. Uma mistura pronta consiste, praticamente, de farinha de trigo, gordura, açúcar, amido, fermento químico, sal e aditivo químico.

As condições tecnológicas do atual mercado das panificadoras e confeitarias são propícias ao processamento de pré-misturas prontas, também para bolos. Nas misturas prontas para bolo utiliza-se farinha fraca, permitindo a adição de outras farinhas, entre as quais podem-se citar as amiláceas, que balanceiam as formulações, originando bolos com características diversificadas em relação ao padrão de qualidade.

O mercado das pré-misturas para bolos no Brasil tem crescido muito. Em 1998, atingiu um total de 25.000 toneladas, o que corresponde a um aumento de 150% em relação a 1996, ano em que foram produzidas pouco mais de 10.000 toneladas. Embora com poucas taxas, o mercado de bolos prontos tem apresentado tendências de crescimento nos últimos anos. Muitas empresas que já trabalhavam com pães, biscoitos e torradas ingressaram nesse mercado, diversificando sua linha de produtos. Outra forte tendência no mercado de bolos industrializados são os sinais de sofisticação, com oferta de produtos mais elaborados, com recheios, frutas cristalizadas, gotas de chocolate e produtos com “shelf-life” prolongado (Pavanelli et al., 2005).

A bananeira é um dos mais simples cultivos, possibilitando uma colheita logo após o primeiro ano e durante todas as estações. Pode ser cultivada em condições ecológicas diversificadas, devido ao grande número de variedades e, assim sendo, existe um interesse econômico-social no fomento desta cultura no Brasil, visando sua utilização no processamento de novos produtos (Loures, 1989).

A industrialização da banana apresenta-se como alternativa para incrementar a qualidade das pré-misturas prontas. Apesar do consumo dessa fruta no Brasil ser bastante alto, há perda de produção de 10%, em média. Dessa forma, é preciso pensar seriamente no incremento de sua industrialização, a fim de regularizar a disponibilidade do produto no mercado interno.

Conforme Lima et al. (2000), sob o ponto de vista tecnológico e comercial, a banana verde tem sido utilizada devido à grande variedade de vitaminas e nutrientes com aproveitamento no processamento e na obtenção de farinha na indústria de alimentos em flocos, pó de banana, cremes, purês, etc.

Dentre os produtos industrializados, a farinha de banana apresenta grande viabilidade, podendo ser utilizada em produtos de confeitaria, panificação, produtos dietéticos e alimentos infantis. É obtida a partir da banana verde, não possui sabor adstringente e deve estar isenta de fibras, casca, partículas escuras e fungos. Deve ser de cor branca, ligeiramente amarelada, contendo, em média, 77% a 80% de carboidratos, umidade entre 6% a 8%, odor característico da farinha e boa friabilidade (Manica, 1997).

O amido de bananas tem sido muito pesquisado para emprego na indústria de alimentos e na área de nutrição a partir da introdução do conceito de amido resistente. Embora a forma e o tamanho dos grânulos de amido nativo sejam distintos entre as espécies vegetais, os grânulos são organizados em zonas cristalinas alternadas por outras semicristalinas, devido à alternância dos períodos de síntese ocorridos nos amiloplastos (Freitas & Tavares, 2005).

O objetivo geral deste trabalho é verificar o potencial de utilização da farinha de banana verde em pré-misturas para bolos.

Os objetivos específicos foram:

- caracterização da farinha de banana por meio do estudo das análises físico-químicas e microbiológicas;

- formulação e obtenção das pré-misturas prontas para bolos com 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de farinha de banana verde, em substituição à farinha de trigo;
- caracterização reológica das farinhas mistas;
- elaboração e escolha dos bolos da melhor pré-mistura por meio da análise sensorial;
- avaliação da estabilidade da pré-mistura armazenada por períodos de 0, 30, 60, 90 e 120 dias, por meio das análises físico-químicas e microbiológicas;
- processamento e avaliação da qualidade dos bolos, obtidos com a pré-mistura armazenada por meio das análises físicas e sensoriais.

As finalidades do trabalho para a região do Cariri foram: aumentar o pólo industrial implantando fábricas de farinha de banana verde próximo ao núcleo de produção; evitar o grande desperdício que ocorre no rápido amadurecimento da banana e o mau acondicionamento durante o transporte para outras regiões e aumentar a fonte e a aplicação do amido na linha de processamento da panificação em bolos, pães etc.

Esta dissertação encontra-se dividida em três capítulos. No primeiro, enfoca-se o histórico das pré-misturas para bolos, ingredientes e funções. No segundo capítulo, mostram-se aspectos históricos e tecnológicos referentes à banana e à farinha; à obtenção e à caracterização da farinha de banana verde cultivar Prata; à obtenção e à análise reológica das cinco farinhas mistas, utilizando 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de farinha de banana em substituição à farinha de trigo; ao processamento dos bolos, com as cinco pré-misturas e à seleção do melhor tratamento, por meio da análise sensorial dos bolos. No terceiro capítulo, encontra-se o estudo da estabilidade da pré-mistura armazenada por 0, 30, 60, 90 e 120 dias, utilizando-se análises microbiológicas e físico-químicas; da elaboração dos bolos com a pré-mistura armazenada, a cada 30 dias e as análises físicas e sensoriais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico das pré-misturas prontas para bolos

Poucos são os alimentos para os quais o método de combinar os ingredientes seja tão importante para seu sucesso como os bolos, para os quais pequenos desvios no método recomendado podem conduzir falhas desastrosas. Em 1943, quando a General Mills publicou o método rápido para bolos em uma tigela, muitos bolos já eram elaborados em casa segundo o método convencional. Um artigo publicado em 1918 indicava que alguns pesquisadores usavam com sucesso o método da adição dos ingredientes de uma única vez, mexidos com uma colher. Com a evolução dos métodos surgiram os simplificados, as misturas prontas que economizam trabalho em todas as operações caseiras e o amplo uso de batedeiras elétricas (Griswold, 1972).

Conforme Vitti (2006), as misturas prontas para o processamento de bolos são obtidas quando parte da farinha de trigo for substituída por amido, com concentrações de bicarbonato mais ingrediente ácido, numa proporção bastante baixa, entre 2% a 5% do total.

Segundo Moretto & Fett (1999), uma mistura pronta é composta de farinha, sal, ácido e bicarbonato de sódio, podendo conter, muitas vezes, todos os demais ingredientes, exceto a água, isto é: gordura, ovos desidratados, açúcar e leite em pó. Basta adicionar água e misturar para obter uma massa pronta.

Segundo Griswold (1972), a mistura comercial pioneira para bolos mais vendida no mercado foi a marca “Swans Down”, dos irmãos Igleheart, em 1919. Dez anos mais tarde, surgiram testes de consumo para mistura de pão com gengibre feita por P. Duff e Sons e daí em diante apareceram outros tipos de misturas para bolos. A produção e a distribuição em larga escala das misturas prontas para bolos ocorreram somente após a Segunda Guerra Mundial. O grande emprego das misturas para bolos levanta questões sobre comparar

qualidade e preço aos ingredientes utilizados, economia de tempo, lucro e vida de prateleira.

Conforme El-Dash & Germani (1994), as pesquisas realizadas sobre misturas prontas para bolos são bastante limitadas, seja nos laboratórios ou nas indústrias, principalmente porque o bolo é considerado um produto essencialmente doméstico, sendo menos difundido e consumido.

Loures (1989) relata que o início do programa de farinhas compostas surgiu em 1964, por intermédio da FAO, visando à obtenção de produtos de panificação, massas alimentícias e biscoitos. Além do aspecto econômico, a FAO ressalta a importância da utilização de uma farinha que possa oferecer ao consumidor um produto com boas qualidades sensoriais e nutricionais.

As misturas ou as farinhas compostas são formadas por farinha de trigo misturada a outras farinhas de vegetais classificadas em amiláceas e proteináceas. As farinhas amiláceas incluem farinhas de arroz, de batata-doce, de cará, de mandioca, de milho, de sorgo e farinha de banana associada à farinha de trigo. As proteináceas incluem as farinhas de soja, de tremoço doce, de trigo mourisco, de algodão, de triticale, de amendoim e outras farinhas oleaginosas. Para o processamento de bolos, as misturas podem tolerar altas porcentagens de farinhas amiláceas e melhorar a qualidade sensorial e nutricional dos bolos (Loures, 1989).

2.2 Ingredientes utilizados em pré-misturas

Conforme El-Dash & Germani (1994), os ingredientes exercem funções nos produtos de panificação e confeitaria, atuando, principalmente, como agentes estruturadores, amaciadores, umidificadores (retentores de umidade) e aromatizantes. Nas misturas prontas para bolos, a farinha de trigo requer uso de aditivo químico (conservantes) que favorece o aumento da vida de prateleira, assegurando por mais tempo o produto.

Conforme Griswold (1972), o sucesso das misturas prontas para bolos depende tanto da formulação como dos métodos de manipulação usados. A proporção dos ingredientes é estudada facilmente se o peso de cada um for expresso em porcentagem do peso da farinha. O peso da farinha é a base da regra geral para o balanceamento entre os outros ingredientes. A quantidade de cada ingrediente influi na qualidade do produto a ser processado; por exemplo, uma formulação bem sucedida em pequenas quantidades pode falhar quando executada em quantidades maiores.

2.2.1 Farinha de trigo

A farinha de trigo é um dos principais ingredientes na formulação das misturas prontas para bolos, devido aos seus componentes: proteína e amido. As proteínas do glúten costumam atuar como elemento estrutural básico. No caso dos bolos, empregam-se, normalmente, menor quantidade de farinha ou uma farinha mais fraca e o amido passa a exercer maior influência sobre a estrutura desses produtos de panificação (El-Dash & Germani, 1994).

A qualidade de uma farinha de trigo depende diretamente do tipo de trigo e de seu processo de extração. Os trigos moles contêm menor teor protéico, entre 8,0% a 10,0% na base seca; prestam-se melhor à confecção de bolos e biscoitos. Sua qualidade tecnológica pode ser determinada por meio de uma série de testes reológicos, incluindo alveografia, mixografia, farinografia, extensografia e expansografia, utilizados para estimar a força do glúten, a fim de padronizar e qualificar as farinhas para cada produto (Benassi & Watanabe, 1997).

2.2.2 Características reológicas da farinha

2.2.2.1. Farinografia

Segundo Brusantin (2000), o desempenho da farinha é analisado por testes físicos da massa realizados para avaliar o potencial comportamental sob

condições mecanizadas. Tal avaliação tem assumido considerável importância como resultado do advento dos misturadores de alta velocidade e processos contínuos. Há dois objetivos principais nesses tipos de testes da farinha. O primeiro estágio monitoriza e controla os parâmetros específicos da farinha e o segundo prediz o comportamento da massa mediante equipamentos utilizados.

Segundo Germani et al. (1995), o farinógrafo mede a absorção de água pela farinha e o amido tem influência sobre a absorção da água pela farinha. A capacidade e a velocidade de absorção da água pelo amido dependem do tamanho e da danificação dos grânulos. À medida que ocorre a mistura durante o processo, os grânulos vão ficando incrustados na matriz protéica do glúten e desenvolvem forças eletrostáticas relativamente fortes.

Conforme Brusantin (2000), o farinógrafo mede a resistência da massa à mistura durante sucessivos estágios do seu desenvolvimento, por meio de um processo de mistura relativamente suave e prolongado. A massa é formada e desenvolvida até atingir a consistência máxima e, finalmente, é misturada além do ponto ótimo ou do ponto de consistência. Portanto, a resistência à mistura é crescente no início do processo, atingindo um máximo e passando a ser decrescente no estágio final.

2.2.2.2 Conteúdo de glúten

A farinha de trigo contém proteínas que podem ser divididas em dois grupos, o das albuminas e globulinas, representando 15% das proteínas totais e o grupo formado pela gliadinas e gluteninas, que compreende 85% das proteínas e que é responsável pela formação do glúten (Pereira, 2002).

Quando a farinha é misturada com água, as proteínas formadoras do glúten se hidratam, formando uma massa visco-elástica que, quando desenvolvida por mistura ou fermentação, adquire uma estrutura fina e regular, formando uma rede uniforme, capaz de reter os gases produzidos na fermentação da massa (Pereira, 2002). Quando a massa é assada, seu volume original sofre

um grande aumento. Farinhas feitas de trigo suave com menos de 12% de proteína de glúten são utilizadas na produção de bolos e bolachas (Wingfield, 2003).

Segundo Germani et al. (1995), quando se adiciona água à farinha de trigo, os grupos polares das proteínas que têm afinidade por água fornecem energia durante a mistura ou amassamento, formando a estrutura da rede de glúten. Essa teoria aceita que ligações que sustentam essa rede são grupos –SH dos aminoácidos sulfurados das proteínas formadoras de glúten. Outra teoria aceita é a de que as ligações se quebram e se refazem à medida que prossegue a mistura até um ponto máximo onde o glúten está mais bem desenvolvido.

De acordo com Campanolli (1992), o glúten das farinhas fracas é formado de agregados de proteínas pequenas, pouco compactos e que podem ser mais facilmente estendidos. O glúten de farinhas fortes, por outro lado, parece consistir de agregados protéicos grandes, compostos e que são resistentes ao estiramento.

Conforme Germani et al. (1995), no trigo, as albuminas e as globulinas são proteínas balanceadas e são melhores nutricionalmente; possuem também um teor relativamente mais alto de lisina, triptofano e metionina.

De acordo com Pereira (2002), a elasticidade ou a resistência à extensão e a extensibilidade são as duas principais propriedades do glúten e, conseqüentemente, da massa. A gliadina tem alta extensibilidade e baixa elasticidade e a glutenina tem baixa extensibilidade e alta elasticidade. A extensibilidade é a propriedade da massa em poder estender-se, não recuperando o seu estado original. A elasticidade é a propriedade de extensão pela ação de uma força aplicada na massa, porém, cessada a ação desta força, a massa volta ao seu estado original. O equilíbrio entre a elasticidade e a extensibilidade na massa é essencial para se obter um produto de panificação de qualidade aceitável.

Segundo Borges et al. (2006), durante o amassamento ou o batimento, as proteínas absorvem quantidade considerável de água e interagem para a formação da rede de glúten, formando um sistema coloidal complexo, envolvendo lipídios, amidos, açúcares, minerais e proteínas, dentre outros. Essa composição é responsável pelas características viscoelásticas necessária para a produção das massas.

2.2.2.3 Viscosidade por RVA

A viscosidade de pasta de amido, avaliada em Rapid Visco Analyser (RVA), parece ser determinada por dois fatores: o grau de inchamento dos grânulos e a resistência desses grânulos à dissolução pelo calor ou a fragmentação pela agitação mecânica (Whalen et al., 1997).

O amido é um polissacarídeo de reserva energética que tem funções importantes na adição das pré-misturas prontas para bolos, no grão de trigo encontra-se no endosperma, em forma de grânulos com formato e tamanho típicos. Seus componentes principais são amilose e amilopectina (Benassi & Watanabe, 1997).

As principais fontes de amido mais aplicadas no mundo são: milho, batata e mandioca. Os amidos de diferentes fontes diferem entre si quanto à forma do grânulo, à proporção de amilose-amilopectina e a propriedade de expansão em cada amido é considerada única (Leonel & Cereda, 2002). Devido a isso, a seleção do amido é crítica, principalmente quanto ao conteúdo de amilose e de amilopectina. A amilopectina, quando gelatinizada, forma uma rede que aumenta a viscosidade do produto e a amilose, normalmente, é responsável pela resistência física da mistura (Thomas & Atwell, 1997).

A amilose é composta por moléculas de glicose ligadas entre si por ligações α (1-4) com peso molecular 250.000 e estrutura linear; a amilopectina é composta por moléculas de glicose unidas entre si por ligações α (1-4),

apresentando ligações α (1-6), o que lhe confere uma estrutura ramificada que poderá interferir na qualidade dos produtos confeccionados (Pereira, 2002).

A utilização do amido depende, em grande parte, de suas propriedades coloidais. Quando em suspensão, o amido é aquecido, os grânulos absorvem água, incham e produzem pastas viscosas que, quando resfriam, formam géis. Essas propriedades dependem da origem do amido e determinam seu aproveitamento em um processamento específico (Ciacco & Cruz, 1994).

De acordo com Barreto & Beirão (1999), os amidos, quando adicionados em formulações para bolos, modificam a textura e melhoram a estabilidade dos produtos processados com relação à temperatura de gelatinização, retrogradação, viscosidade e viscoelasticidade.

A gelatinização é o processo de transformação do amido granular em pasta viscoelástica. Durante o aquecimento do amido, em presença de excesso de água, inicialmente ocorre o inchamento de seus grânulos, com destruição da ordem molecular e mudanças irreversíveis em suas propriedades. A temperatura na qual ocorre esse tipo de transformação é chamada de temperatura de gelatinização (Sousa & Andrade, 2000).

A gelatinização do amido também afeta significativamente as características e a qualidade dos alimentos, como o volume dos pães, a elasticidade, a maciez dos produtos de pasta, a tolerância das massas em bolos e em sonhos e a estabilidade ao congelamento de pães e bolos (Chiang & Johnson, 1977).

Segundo Newport Scientific (1998), os parâmetros estudados na viscosidade de uma pasta de amido são: viscosidade inicial, viscosidade máxima, viscosidade final e efeito da retrogradação. Quanto maior o grau de gelatinização maior a capacidade de formar uma pasta, gel ou líquido viscoso à temperatura ambiente. A viscosidade inicial em produtos extrusados se eleva com a prévia gelatinização da amostra e decresce quando os grânulos de amido se rompem e são despolimerizados durante a cocção.

A retrogradação do amido é o processo de envelhecimento. Ele ocorre na vida de prateleira dos produtos amiláceos e é caracterizado por perda de sua textura (endurecimento) (Azeredo, 2004).

Conforme Mercier & Feilet (1975), a retrogradação é o fenômeno basicamente da recristalização decorrente do agrupamento das moléculas de amilose e amilopectina do amido por meio da formação de novas ligações de hidrogênio, resultando na formação de precipitados de géis pouco solúveis.

O efeito da retrogradação implica no aumento da viscosidade da pasta a 50°C (Carvalho et al., 2002).

2.2.3 Açúcar

A substância normalmente chamada de “açúcar” é a sacarose, o mais utilizado dos açúcares. Além de seu poder adoçante e do sabor agradável, a sacarose contribui para a aparência, a textura, o sabor e a estabilidade dos produtos de confeitaria. A ausência de açúcar em produtos processados que normalmente o contêm em quantidades elevadas, altera a retenção de umidade e diversas características, como sabor, textura, cor e aroma (Benassi et al., 2001).

Segundo Coultate (2004), nos açúcares, em seu estado cristalino, quando aquecidos à temperatura acima de 100°C, uma série de reações complexas se processam, dando origem a uma ampla variedade de compostos aromatizantes, bem como pigmentos escuros associados à caramelização e à torrefação.

Conforme El-Dash e Germani (1994), o açúcar, quando adicionado em formulações de bolos, tem efeito amaciador e favorece a retenção de menor quantidade de ar e mais líquido nos produtos de confeitaria e panificação.

Conforme Griswold (1972), nas formulações de misturas prontas para bolos, um acréscimo de 15% de açúcar nas formulações básicas melhora a qualidade geral dos bolos; com mais de 30%, torna a massa mais viscosa e bolos maiores e aveludados.

Bolos formulados com alta quantidade de açúcar apresentam tendência de não encolher durante o forneamento, proporcionando aparecimento de uma camada compacta inferior pelo colapso das células. Quando processado com pouca quantidade de açúcar, os contornos ficam mais arredondados. Em alguns experimentos, foram processados bolos com misturas contendo grande proporção de açúcar e maior tempo de batida. Bolos com alta proporção de açúcar e pouca batida perdem em altura (Griswold, 1972).

De acordo com Moinho Vilma (2005), o açúcar deve conter características preliminares em bolos, com tendência de lubrificar a massa, tornando-a mais fluida. Para enriquecer o meio, os principais açúcares utilizados em bolos são: açúcar de cana (sacarose), açúcar do leite (lactose), açúcar do malte (maltose) e açúcar de frutas (frutose) (Pirozi, 2004). Os açúcares, além de funcionarem como alimento do fermento (Araújo, 1999), influenciam no aumento de volume dos bolos (Esteller et al., 2004).

2.2.4 Gordura

Conforme Pirozi (2004), as gorduras são compostos químicos formados de glicerol e ácidos graxos, obtidas das fontes vegetais e animais, são usadas, principalmente, na indústria de panificação e confeitaria. Quando adicionadas em formulações para bolos, devem favorecer a conservação do produto em relação à umidade e à rancidez, especialmente durante o período de armazenamento, prevenindo a perda de umidade e a dissipação de aromas voláteis.

De acordo com Griswold (1972), as gorduras desempenham um importante papel na estrutura dos bolos, sua qualidade é afetada pela quantidade e pelo tipo de gordura usada. Um aumento no nível de gordura de 20% para 40%, melhora a qualidade dos bolos na maciez e no sabor, produzindo uma granulação fina e mais uniforme, além de uma textura mais úmida e sedosa.

Quantidades excessivas de gorduras tendem a produzir bolos pequenos e gordurosos.

As gorduras agem como lubrificantes e contribuem para a maciez e a vida de prateleira dos produtos de panificação e confeitaria. Contêm duas fases e podem ser separadas numa fase sólida e outra líquida. A fase líquida ajuda a reter gases durante o processamento. A fase sólida confere estrutura e cor desejável para os produtos, devendo estar em dispersão suficientemente fina. As duas fases devem estar em proporção apropriada uma em relação à outra (Loures, 1989).

As gorduras líquidas não se ligam adequadamente às proteínas, em virtude da massa fraca resultante, impedindo a retenção do gás. As gorduras sólidas não se espalham uniformemente entre as moléculas de proteína, dificultando a formação do glúten (Loures, 1989).

As gorduras mais usadas em misturas para bolos são os agentes emulsificantes e surfactantes, as quais promovem maior afinidade por água. Para uma eficiente dispersão da gordura, a massa, quando batida, deve incorporar ar em forma de pequenas bolhas ou células que são grandemente responsáveis pela expansão, granulometria e textura do produto final (El-Dash & Germani, 1994).

De acordo com Bobbio & Bobbio (2001), as gorduras melhoram a impermeabilização das massas, aumentando a resistência à saída de gases e vapor da água. Lubrificam o deslizamento das camadas de glúten durante a homogeneização, permitindo que as massas se tornem quebradiças durante a mastigação, rompendo-se em pedaços curtos.

2.2.5 Fermento químico

Os agentes de crescimento para bolos são os fermentos químicos responsáveis pela formação de dióxido de carbono, resultando em produtos de estrutura desejada, sabor e volume adequado. Essas características são resultados do vapor formado durante o aquecimento no forno e a umidade nas camadas da

massa. Durante à fermentação química um ou mais ácidos reagem com uma fonte de bicarbonato, favorecendo liberação de CO₂ para aeração da massa. O tempo de mistura na fermentação química em relação à biológica tem mais vantagens por não depender do crescimento de leveduras que são sensíveis a altas temperaturas (Medeiros, 2005).

O fermento químico aera as massas, favorecendo a obtenção de produtos leves e porosos. A porosidade é importante e dela dependem: o volume, a maciez e a textura final. A distribuição das células de ar nas massas resulta em produtos com boa aparência e textura agradável. Durante o forneamento, ocorre a produção de vapor d'água, com expansão de calor nas células de ar, provocando aumento de volume, principalmente em produtos como os bolos. O uso de agentes químicos (fermento) é o principal meio de incorporação de ar em bolos (El-Dash & Germani, 1994).

De acordo com Moretto & Fett (1999), o fermento em pó possui características básicas: uma fonte de dióxido de carbono e um ácido para reagir com essa fonte, um agente enchedor que deve ser inerte, de preferência o amido, que serve para separar a fonte de dióxido de gás do ácido e prevenir a ação prematura entre eles.

Os fermentos químicos são classificados de acordo com sua ação: rápida, lenta ou de dupla ação. Os de ação rápida favorecem a produção de gás logo que entram em contato com o líquido, exige da massa um trabalho rápido. Os fermentos de ação lenta requerem calor do forno para completar a reação e liberar o gás. Os fermentos de dupla ação agem parcialmente em baixa temperatura; em temperaturas elevadas completam a reação do processo. Quando entram em contato com os meios mecânicos, resultam em cremeação e batimento das massas. O tipo de fermento mais utilizado em bolos são os de dupla ação (El-Dash & Germani, 1994).

A quantidade de fermento em pó a ser utilizado depende do tipo de produto, das características e da quantidade dos ingredientes empregados. O

método de misturar e a forma de manipular a massa influem na quantidade de fermento empregado. Alguns tipos de bolos exigem menos ou quase nada de fermento; em outros tipos, a quantidade a ser empregada pode variar de 0,25% a 5% na base do peso da farinha (Moretto & Fett, 1999).

O peso exato do fermento em pó a ser incorporado a uma dada mistura é muito importante, pois evita produtos desuniformes e de qualidade inferior. O excesso de fermento é, muitas vezes, mais prejudicial do que a sua falta. Quando empregado em excesso, prejudica o distendimento exagerado das paredes das células, ocasionando bolos de granulação grosseira e deterioração mais rápida, podendo também haver uma ruptura nas células, ocasionando fendas nos bolos, com miolo escuro e sabor salgado ou estranho. O emprego de pouco fermento em pó, ao contrário, propicia a formação de um produto denso, de ruptura pesada com falta de volume e qualidades degustativas (Moretto & Fett, 1999).

2.2.6 Sal

O sal é somente um realçador de sabor nos alimentos. Quando utilizado em misturas prontas para bolos, influencia no sabor dos bolos processados (El-Dash & Germani, 1994).

Segundo Calvel (2003), o sal é também parte integrante em misturas prontas para bolos sem comparar para as demais massas para panificação. O sal é empregado, normalmente, para reforçar as propriedades plásticas, melhorando, a força da massa e diminuindo a atividade da fermentação, favorecendo a aparência dos produtos de confeitaria e panificação.

O sal, junto com a farinha, a água e o fermento, compõe a lista de elementos fundamentais em produtos de confeitaria e panificação, estimulando o apetite e realçando o sabor dos produtos (Emulzint, 1985, Araújo 1994, Pirozi, 2004).

De acordo com Moinho Vilma (2005), a função primordial do sal, quando adicionado em misturas para bolos, é a de promover sabor e aroma.

Além disso, o sal é um ingrediente que, além de contribuir para o sabor do produto é responsável pelas características de desenvolvimento da massa, resultando num produto de melhor qualidade. O sal entra na composição de uma formulação em teores, variando de 0,6% a 1,5% sobre a farinha de trigo (Moretto & Fett, 1999).

2.2.7 Aditivos

Conforme Anvisa (1997) Portaria nº 540, considera-se aditivo qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, o processamento, a preparação, o tratamento e a embalagem.

O limite que o corpo humano pode tolerar é dado pela ingestão diária aceitável (IDA) que, por definição, é a quantidade, em mg/kg de peso corporal de substância que, ingerida diariamente, parece, em razão dos conhecimentos toxicológicos, não oferecer riscos à saúde humana (Ferreira & Camargo, 1993).

2.2.7.1 Conservantes

Conforme Nicolosi & Galhardo (2007), conservantes são substâncias utilizadas nos alimentos, constituídas, em sua maioria, por ácidos orgânicos que impedem ou retardam alterações causadas por microrganismos, principalmente fungos, bactérias e enzimas.

2.2.7.1.1 Sorbato de potássio

Segundo Silveira (2005), dentre os conservantes utilizados em alimentos, os ácidos orgânicos merecem destaque por possuírem maior solubilidade, menor interferência no sabor e baixo nível de toxicidade. Assim, os ácidos orgânicos de cadeia curta, tais o ácido acético, o benzóico, o cítrico, o propiônico e o sórbico, são muito utilizados como conservante ou acidulante.

O ácido sórbico e o seu sal de potássio mais solúvel estão considerados entre os conservantes mais versáteis e seguros, por serem inibidores altamente eficientes contra os microrganismos mais comuns, responsáveis pela degradação dos alimentos. O ácido sórbico apresenta-se como grânulos brancos cristalinos que fluem livremente, com um odor ligeiro que é característico. É levemente solúvel em água (0,25g/100 a 30°C) e completamente solúvel em álcool (Foof info-net, 2006).

Os sorbatos são os sais de ácido sórbico: sorbato de potássio e sorbato de cálcio, freqüentemente utilizados. O sorbato de potássio tem uma cor branca, flui livremente, tem forma de bolinhas obtidas por extrusão ou contas esféricas com um odor suave, característico. É muito solúvel em água e ligeiramente solúvel em álcool. O ácido sórbico é apenas moderadamente solúvel em água quente. Esses conservantes são utilizados, atualmente, numa vasta variedade de aplicações na indústria de alimentos e de bebidas, incluindo o pão e outros produtos de padaria, produtos lácteos, geléias, xaropes, vinhos, e outras bebidas. Devido à alta estabilidade do ácido sórbico e dos sorbatos às temperaturas elevadas (ponto de fusão 134°C, ponto de ebulição de 228°C), ambos podem ser utilizados em alimentos aquecidos sem quaisquer problemas (Foof info-net, 2006).

Segundo Barbosa et al. (2002), “Joint Expert Committee on Food Additives (JECFAB)” relata que o sorbato de potássio é um sal trans-2,4-ácido hexadienóico, apresentado na forma de pó cristalino ou grânulos, bastante solúvel em água (139,2 g/100 mL a 20°C). É usado como conservante, contra leveduras e fungos, sendo menos eficiente contra bactérias. A faixa de atividade desse conservante em função ao pH do meio é relativamente ampla, estendendo-se até pH 6,5 e apresenta maior resistência abaixo do pH 6,0 e não atua acima do pH 7,0.

O limite máximo do sorbato de potássio é de 0,03 g/100 mL (Anvisa, 1999).

2.2.7.1.2 Propionato de cálcio

Existe um interesse renovado nos processos de produção e conservação dos alimentos a fim de manter as características físico-químicas, sensoriais e nutricionais, proporcionando o máximo de vida de prateleira e inibindo o desenvolvimento de bactérias, leveduras e fungos (Pereira et al., 2002).

Os cereais e seus derivados são poucos sujeitos à deterioração microbiana se preparados e armazenados em condições adequadas. A umidade elevada é um fator preponderante no favorecimento e no desenvolvimento de fungos e no aumento da entrada para bactérias. Os produtos de panificação frescos são facilmente perecíveis e muito sensíveis às práticas de conservação, estocagem e distribuição (Pereira et al., 2002).

O propionato de cálcio possui uma ação antimicrobiana importante frente a fungos e bactérias e é recomendado para produtos perecíveis. Sua ação inibidora é formada a partir de seus sais em condições levemente ácidas (pH=5,5-6,5). O ácido propiônico pode penetrar facilmente nas paredes celulares dos fungos e bactérias. Uma vez dentro das células, atua como um potente inibidor de várias enzimas intracelulares essenciais para o metabolismo de carboidratos. Para que o antimicrobiano alcance sua maior eficácia, é essencial que se mescle muito bem com a massa. Portanto, aconselha-se dissolver previamente em água. Dessa maneira, podem ser incorporados aos demais ingredientes (Ran Indústrias Químicas, 2006).

Os ácidos propiônico e fórmico exercem um efeito significativo sobre bactérias como *Salmonella* e *Escherichia coli*, reduzindo a contaminação ou, até mesmo, eliminando a população de determinadas *Salmonellas* em quantidades elevadas. O ácido propiônico e seus sais de ácido propiônico exercem efeito anorético e provoca redução na disponibilidade da vitamina B₁₂ (Rossi, 2005).

2.2.8 Ingredientes complementares das misturas prontas

De modo geral, o leite e os ovos adicionados nas pré-misturas para bolos contribuem para o aroma e acentuam a coloração dos bolos, além de suas propriedades de lubrificação, amaciadores e nutritivas (El-Dash & Germani, 1994).

2.2.8.1 Leite

Conforme Berhmer (1984), o leite é um produto obtido em circunstâncias naturais, considerada emulsão de cor branca, ligeiramente amarelada, de odor suave e gosto adocicado, muito utilizado em produtos de confeitaria e panificação. Quanto ao seu uso em misturas para bolos, deve ser adicionado, durante o processo de batida, para enriquecer e favorecer sabor e cor e enriquecer o meio.

Segundo Araújo (1994), o leite é considerado um alimento nutritivo e de sabor agradável, utilizado em diversas formas: líquido, em pó e condensado. Quando adicionado a misturas prontas, realça as características sensoriais dos bolos (cor, aroma, textura e sabor).

O leite é considerado um ingrediente de enriquecimento das massas devido ao seu conteúdo de proteínas, vitaminas, sais minerais, açúcares (lactose) e gorduras. A lactose favorece o efeito de enrijecimento e caramelização pela reação de Mailard, além de influenciar no sabor e no aroma e reter umidade nos produtos de confeitaria e panificação (Moinho Vilma, 2005).

Segundo El-Dash & Germani (1994), o leite influencia na formação da estrutura dos produtos de confeitaria e panificação e contribui para a umidificação das massas. Quando desnatado, promove o fortalecimento da estrutura e o formato dos bolos, além de promover características lubrificantes e amaciadoras pela ação das gorduras. O leite contribui também para acentuar a coloração dos produtos de confeitaria devido à presença da lactose (açúcar

presente no leite). Contribui para retardar a perda de umidade nos produtos de panificação, principalmente nos bolos, durante o armazenamento.

Conforme Pirozi (2004), quanto à adição do leite em misturas prontas para bolos, devem ser observadas as quantidades adicionadas, pelo o leite conter determinada porcentagem de água e de sólidos. Os sólidos são constituintes gordurosos (gorduras) e não gorduroso (proteína, lactose e sais minerais), o que favorece a qualidade nutricional e sensorial dos produtos de confeitaria e panificação.

2.2.8.2 Ovo

Conforme Araújo (1994) e Serviço Nacional da Indústria Senai (2000), o ovo é um alimento rico em proteínas, cálcio, fósforo e vitaminas (β caroteno), precursor das vitaminas A, B e C. Além disso, possui propriedades emulsificantes, principalmente na gema, contém capacidade espumante e age como agente corante e de sabor em produtos de confeitaria. Quando adicionado em forma líquida em formulações de bolos, resultam em melhor textura, estrutura e maior volume.

O ovo em pó, quando adicionado nas misturas prontas, melhora o aroma, a cor e o sabor dos bolos, contribui para a capacidade e a formação de espuma pelas proteínas presentes. Possui, ainda, função abrandadora a partir das lecitinas presentes, estabilizando a espuma, amaciando o amido, melhorando o valor nutritivo, aumentando a conservação e o volume nos produtos de confeitaria e panificação (Araújo, 1994; Senai, 2000).

O efeito da adição de ovos nas massas varia conforme o tipo de produto. Quanto à sua adição em bolos, influencia na umidade; por ser o ovo umidificador, suas proteínas contribuem para formar e aerar a estrutura dos bolos. A gema age como umectante por meio do conteúdo de albumina (proteína) que funciona como agente estrutural, amaciador (gordura) e lecitina (emulsificante) (El-Dash & Germani, 1994).

O ovo inteiro contém 74% de água, 13% de proteína e 11% de gordura. Quando em pó, age primeiramente como umidificador e contribui para a formação da estrutura dos produtos de confeitaria. A ação estruturadora dos ovos nas formulações de massas leves, tipo pão de ló, o qual contém pouca farinha e pouca gordura, muitas vezes dispensa o fermento, por sua ação aeradora que expande a espuma durante o cozimento, ocorrendo endurecimento por meio do glúten e do amido da farinha, os quais formam a estrutura definitiva dos bolos (El-Dash & Germani, 1994).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Portaria n. 540, de 27 out. 1997.**

Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/leisref/public/showact.php>>. Acesso em: 14 jun. 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução n. 389, de 5 ago. 1999.** Regulamento técnico que aprova o uso de aditivos alimentares.

Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/leisresol/389_99.htm>. Acesso em: 14 jun. 2007.

ARAÚJO, M.S. **Falando de panificação.** 2.ed. São Paulo: W.Cor Gráfica, 1994. 235p.

ARAÚJO, A.F. **Apostila Escola Fleischmann de Panificação & Royal.** Fortaleza: Fleischmann de Panificação & Royal, 1999. p.39.

AZEREDO, H.M.C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 194p.

BARBOSA, L. M. V. F.; RENATO, J. S. de; WASCZYNSKYJ, N. A importância dos aditivos para bebidas cítricas. **Brasil Alimentos**, n.15, ago. 2002.

BARRETO, M. L. P.; BEIRÃO, H.L. Influência do amido e carragena nas propriedades texturiais de sumiri de tilápia (*Oreochromis sp*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.2, v.19, maio/ago. 1999.

BENASSI, T.V.; WATANEBE, E. **Fundamentos da tecnologia e panificação.** Rio de Janeiro. Embrapa, 1997. 53p. (Boletim, 21).

BENASSI, V. de. T.; WATANABE, E.; LOBO, A.R. Produtos de panificação com conteúdo calórico reduzido. **B. Ceppa**, Curitiba, v.19, n.129, p.222-242, jan./jun. 2001.

BERHMER, M.L.A. **Tecnologia do leite.** 15.ed. São Paulo: Nobel, 1984. p.16.

BOBBIO, A.P.; BOBBIO, O.F. **Química do processamento de alimentos.** São Paulo: Varela, 2001. p.223

BORGES, J.T. da S.; PIROZI, M.R.; LUCIA, S.M.D.; PEREIRA, P.C.; MORAES, A.R.F.; CASTRO, V.C. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **B. Ceppa**, Curitiba, v.24, n.1, p.145-162, jan./jun. 2006.

BRUSANTIN, R. de C.V. **Composição protéica e qualidade comercial de trigos desenvolvidos no Estado de São Paulo**. Piracicaba: tese, 2000. 101p.

CALVEL, R. **O pão francês e os produtos correlatos: tecnologia e prática da panificação**. Fortaleza: Senai/Certren-Departamento Regional do Ceará, 2003. p.28-34.

CAMPANOLLI, D.M.F. **Influência da fertilização com nitrogênio sobre as proteínas do glúten e a qualidade tecnológica das farinhas de dois cultivares de trigo**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, tese, 1992.

CARVALHO, R.V.; ASCHERI, J.L.R.; CAL-VIDAL, J. Efeito dos parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de extrusados (3G) de misturas de farinha de trigo. Arroz e banana. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.5, p.1006-1018, set./out. 2002.

CHIANG, B.Y.; JONHSON, J.A. Gelatinization of starch in extruded products. **Cereal Chemistry**, v.54. n.3, p.436-443, May/June 1977.

CIACCO, C.F.; CRUZ, R. **Fabricação de amido e sua aplicação**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciências e Tecnologia, 1994. p.1-93.

COULTATE, P.T. **Alimentos e química de seus componentes**. 3.ed. São Paulo: editora Artmed, 2004. 349p.

EL-DASH, A.; GERMANI, R.. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinhas mistas na produção de bolos**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. v.7, p 31.

EMULZINT, EMULZINT IND. E COM. LTDA. **Curso técnico de panificação**: Campinas, 1985. 91p.

ESTELLER, M.S.; YOSHIMOTO, R.M. de O.; AMARAL, R.L.; LANNES, S.C. da S. Uso de açúcares em produtos panificados. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, p.602-603, out./dez. 2004.

FERREIRA, R.M. S.; CAMARGO, L. Aditivos em alimentos. **B. Ceppa**, v.11, n.2, p.159-176, jul./dez. 1993.

FOOF INFO-NET. **O ácido sorbico e os sorbatos podem ser usados em alimentos aquecidos.** Disponível em: <<http://www.foof-info.net/pt/qa/qa>>. Acesso em: 12 fev. 2006.

FREITAS, M.C.J.; TAVARES, D. de Q. Caracterização do grânulo de amido de bananas (Musa AAA-Nanicão e Musa AAB-Terra). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.2, abr./jun. 2005.

GERMANI, R.; BENASSI, V. de T.; CARVALHO, J.L.V. de; PACHECO, J.M. **Metodologias de avaliação da qualidade tecnológica do grão da farinha de trigo.** Rio de Janeiro: Embrapa, 1995. p.67.

GRISWOLD, R.M. **Estudo experimental dos alimentos.** Rio de Janeiro: Universidade de São Paulo, 1972. 460p.

LEONEL, M.; CEREDA, P.M. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.1, jan./abr. 2002.

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

LOURES, A. **Obtenção caracterização e utilização de farinha de banana (*Musa sp*) em panificação.** Faculdade de Farmácia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Dissertação, 1989. 132p.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 4: banana.** Porto Alegre: ed. I. Manica, 1997. p 485.

MEDEIROS, M.M.L. **Farinha de trigo, aditivos e panificação.** Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-Ce: 2005. 75p.

MERCIER, C.; FEILLET, P. Modification of carbohydrate components by extrusion-cooking of cereal products. **Cereal Chemistry**, v.52, n.3, p.283-297, May/June 1975.

MOINHO VILMA. **Tecnologia dos bolos.** Disponível em: <<http://www.vilma.com.br>>. Acesso em: 1 set. 2005.

MORETTO, E.; FETT, R. **Processamento e análise de biscoitos.** São Paulo: Varela, 1999. 97p.

NEWPORT SCIENTIFIC. **Operation manual for series 4:** instructions manual. Warriedwood, 1998. 123p.

NICOLOSI, W.M.; GALHARDO, R.C. **Conservantes de alimentos.** Disponível em: <<http://www.cati.sp.gov.br/novacati/tecnologias/catireponde/cr12>>. Acesso em: 14 jun. 2007.

PAVANELLI, A.P.; CICHELO, M.S.; PALMA, E.J. **Emulsificantes como agentes de aeração em bolos.** Disponível em: <<http://www.Oxiten.com.br/mercados/doc/documento>>. Acesso em: 26 nov. 2005.

PEREIRA, J. **Tecnologia e qualidade de cereais (arroz, trigo, milho e aveia).** Lavras: Universidade Federal Lavras, 2002. 130p.

PEREIRA, M.C.; SOUZA, S.M.S.D.; CUNHA, R.L.D.; ANGÉLICO, C.L. Conservação de produtos de panificação pela adição de condimentos em pó. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p.1514-1520, dez. 2002. Edição Especial.

PIROZI, R.M. **Tecnologia de bolos.** Disponível em: <<http://www.Ital.br>>. Acesso em: 15 maio 2004.

RAN INDÚSTRIAS QUÍMICAS. **Propionato de cálcio y sódio.** Santos Domingos: Buenos Aires. Disponível em: <viarural.com.ar/viarural.com.ar/agroindustria/aditivos>. Acesso em: 1 nov. 2006.

ROSSI, A.A. **Biossegurança em frangos de corte e saúde pública:** limitações alternativas subsídios na prevenção de Samonelloses. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias, 2005.

SERVIÇO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Conhecimentos tecnológicos da panificação:** curso intensivo de padeiro e confeitiro. Fortaleza. 2000.

SILVEIRA, M.F.A. **Filme antimicrobiano incorporado com ácido sórbico na conservação de massa de pastel.:** tese (Doutorado), Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 64p.

SOUSA, R.C.R.; ANDRADE, C.T. Investigação dos processos de gelatinização e extrusão de amido de milho. **Polímeros: ciência e tecnologia**, v.10, n.1, p.24-30, 2000.

TOMAS , D.J.; ATWELL, W.A. **Starches**. Saint Paul: Zagan, 1997. 93p.
(Zagan Press Handbook Series).
VIITI, P. **Tecnologia dos biscoitos**. Disponível em: < [http:// www.ital.br](http://www.ital.br)>
Acesso em: 10 jan. 2006.

WHALEN, P. J.; BASON, M.L.; BOOTH, R. I. Measuremen of extrusion effects by viscosity profile using the viscoanalyser. **Cereal Foods World**, v.42, n.6, 1997.

WINGFIELD, G.J. **Ciências dos grãos**. Kansas: Universidade Estadual de Kansas, 2003.

CAPÍTULO 2

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE BANANA VERDE CULTIVAR PRATA E SUA UTILIZAÇÃO EM PRÉ-MISTURAS PARA BOLOS

RESUMO

BORGES, Antonia de Maria. Obtenção e caracterização da farinha de banana verde cultivar prata e sua utilização em pré-mistura para bolo. In: _____. **Caracterização e estabilidade de pré-misturas para bolos a base de farinha de banana verde**. 2007. Cap.2, p 28-70. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras –MG.*

O objetivo geral deste trabalho foi a obtenção e caracterização da farinha de banana verde e sua utilização, em substituição à farinha de trigo, obtendo pré-misturas para bolos. Os objetivos específicos foram a caracterização da farinha de banana verde por meio do estudo das análises físico-químicas, microbiológicas e reológicas; formulação e obtenção das pré-misturas para bolos com 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo; a elaboração dos bolos e a escolha do melhor tratamento por meio da análise sensorial. O processo de desidratação da banana verde em estufa com ar forçado apresentou um rendimento de 74,50% a partir da banana fresca sem casca e de 14,59% a partir da banana fresca com casca. A farinha de banana verde mostrou ser uma rica fonte de minerais, destacando-se o potássio, com 1.180 mg/100g e um produto nutritivo com boas características sensoriais, sugerindo grande aplicação na confecção de produtos de confeitaria. As características da viscosidade foram influenciadas pelo aumento da proporção de substituição em virtude do intumescimento e da retrogradação dos grânulos. Nas análises de farinografia, a mistura mais fraca foi com 60% de farinha de banana. Os atributos aparência e textura foram alterados com a substituição da farinha de trigo pela farinha de banana verde. O bolo feito com 60% de farinha de banana verde foi bem aceito pelos provadores.

* Orientadora: Joelma Pereira - UFLA

ABSTRACT

BORGES, Antonia de Maria. Attainment and characterization of the flour of silver cultivar green banana and its use in pre-mixture for cake. In: _____. **Characterization and stability of pre-mixture for cakes using flour of green banana.** 2007. Cap.2, p 28-70. Dissertation (Master in Food Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras –MG.*

The general objective of this work was the attainment and characterization of the green banana flour and its use, in substitution to the wheat flour, aiming at cakes pre-mixtures. The specific objectives were the characterization of the green banana flour through the study of the physical-chemical analyses, microbiological and rheological; formularization and attainment of the pre-mixtures for cakes with 0%, 15%, 30%, 45% and 60% of green banana flour in substitution to the wheat flour; the elaboration of the cakes and choice of optimum treatment through the sensorial analysis. The process of dehydration of green banana in forced air stove presented an yield of 74,50% from the cool banana without rind and of 14,59% from the cool banana with rind. The green banana flour revealed to a rich mineral source, detaching the potassium with 1180mg/100g and a nutritional product with good sensorial characteristics, suggesting great application in the confection of confectionery products. The parameters of viscosity were influenced by the increase on the rate of substitution in virtue of the swelling and retrogradation of granules. In the farinograph analyses the weakest mixture was with 60% of banana flour. The attributes appearance and texture were changed with the substitution of the wheat flour to the green banana flour. The cake made with 60% of green banana flour was well accepted for the judges.

* Advisor: Joelma Pereira- UFLA

1 INTRODUÇÃO

A banana é uma das frutas de maior importância na economia mundial, cujo consumo é de 30 kg/ano por pessoa. É a fruta mais produzida e consumida no mundo, tendo atingido 58,69 milhões de toneladas, de acordo com a FAO (2001) (Seabra et al., 2003).

Em 2000, a produção mundial chegou a 64 milhões de toneladas, figurando a Índia como o principal país produtor. O segundo produtor mundial é o Brasil, com 10% da produção total (Sousa et al., 2003).

A banana é uma rica fonte de vitaminas A, B e C, contém alto teor de potássio, pouco sódio, nenhum colesterol e muito açúcar quando madura (Seabra et al., 2003). É uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo produzida na maioria dos países tropicais, como o Brasil (Sousa et al., 2003), representando a quarta fonte de energia depois do milho, arroz e trigo. Sua alta concentração de amido a partir do processamento em farinha é de interesse como fonte alimentar e propósito industrial. Em países como o Brasil e a Venezuela, onde se consome muito trigo importado, o mesmo pode ser mesclado com outros cereais e vegetais com alto conteúdo de amido como fontes de nutrientes com menos custos (Delahaye & Testa, 2005).

Conforme Souza (2006), no estado do Ceará, a bananicultura reveste-se de grande importância econômica e social, contribui para a geração de empregos e renda. É a fruta com a segunda maior área plantada (43.904 ha), superada apenas pelo caju, envolvendo grande quantidade de famílias em seu cultivo, espalhado em todo o estado. Posiciona-se, hoje, em oitavo lugar no ranking nacional (4,3%) e em terceiro lugar no Nordeste, com 16,5%.

Nos últimos anos, a produção da banana no estado do Ceará alcançou cerca de 300 mil toneladas, produzidas, em sua maioria, nas regiões serranas, onde se pratica uma agricultura tradicional. Outra parte é proveniente das áreas irrigadas, mediante processo de inovação tecnológica. Segundo o Instituto

Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção cearense de banana em 1999 foi de 34.974.000 cachos, OU cerca de 560 mil toneladas, 16 kg/cacho (Souza, 2006).

O consumidor cearense tem preferência pela banana prata. A inserção competitiva no mercado se dá pela regularidade de fornecimento, qualidade, preço, produtos compatíveis com a demanda e disponíveis em tempo adequado e competência na distribuição (Souza, 2006).

Conforme Lichtemberg (1999), o grande problema da bananicultura brasileira reside no manejo do produto a partir da sua colheita, transporte, embalagem, climatização e manuseio. A falta de cuidados no manejo pós-colheita tem sido responsável pela desvalorização da banana no mercado interno e pela perda de oportunidade de exportação da fruta brasileira.

Segundo Adão & Glória (2005), a banana possui variável fonte de minerais, sendo um importante componente na alimentação em todo o mundo. Seu sabor é um dos mais importantes atributos de qualidade; quando verde, é caracterizada por uma forte adstringência, determinada pela presença de compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos. À medida que a banana amadurece, ocorre polimerização desses compostos, com conseqüente diminuição na adstringência, na doçura e na acidez (Vilas Boas et al., 2001).

A composição da banana varia de acordo com a variedade e com as transformações químicas que ocorrem durante todo o processo de maturação, afetando os constituintes como amido, açúcares, ácido ascórbico e água, entre outros. Na banana madura, o pH varia de 4,4 a 4,6, acidez de 0,22% a 0,57% de ácido málico, teor de amido de 0,9% até 7%, enquanto os sólidos solúveis totais podem atingir até 28% (Jesus et al., 2004).

Conforme Damiani (1989), os nutrientes mais importantes da banana são os carboidratos, com cerca de 18% a 20% e os sólidos solúveis em torno de 19,4% a 26%. Quando ainda verde, contém cerca de 20% a 25% de amido, minerais entre 0,8% e 1,2% com predominância de fósforo, potássio e magnésio.

As vitaminas mais importantes são: tiamina, riboflavina e caroteno. Os carotenóides totais são encontrados numa concentração de 0,3 a 0,6 mg/100g.

De acordo com Manica (1997), a banana verde possui baixa acidez orgânica, a qual aumenta depois de vários processos de ativação enzimática. Quando vai amadurecendo, os pigmentos clorofilados são destruídos e os amarelos, carotenos e xantofilas permanecem constantes.

Quando não maduras, as bananas são, em geral, de cor verde e de sabor adstringente que a torna impalatável, constituindo-se, basicamente, de amido e água, tanto é que com a maioria das bananas verdes pode-se produzir uma farinha com inúmeras aplicações na alimentação humana. Entra como ingrediente em uma grande quantidade de pratos salgados típicos da culinária regional brasileira (Todafruta, 2006).

A cristalinidade dos amidos de banana varia entre 15% a 45%. As diferenças estruturais do cristal, por exemplo, das lamelas de amilopectina nos blocos cristalinos e os canais amorfos presentes devem responder, em parte, pelos diferentes níveis de resistência à hidrólise enzimática entre os amidos. Vários autores demonstraram a relação do grânulo de amido nativo com a fonte botânica. A banana verde, dependendo de sua espécie, varia quanto ao teor de açúcar redutor e já foi encontrado até 84% na Musa ‘AAA-Nanicão’ e Musa ‘AAB-Terra’ (Freitas & Tavares, 2005).

Conforme a Resolução CNNPA n° 12 de 1978 da Anvisa, a farinha de banana deve ter sabor brando sem amargor ou adstringência, absolutamente isenta de fibras, cascas, partículas escuras, fungos, bolores ou insetos e de cor branca ligeiramente amarelada.

A farinha de banana deve conter cerca de 75% a 80% de carboidratos, umidade entre 6% a 8% (Damiani, 1989), podendo ser obtida de bananas com extremidades de coloração totalmente verde, com 0,5% a 1% de açúcares. Pode-se estimar que 100 kg de bananas verdes resultam em 10 a 11 kg de rodela, com cerca de 6% a 8% de umidade e de 75% a 80% de amido. Farinhas obtidas de

bananas maduras com 75% de amadurecimento fornecem entre 6% a 7% de amido (Manica, 1997).

Conforme o Sistema Brasileiro de Respostas Técnicas, Sbrt (2006), as farinhas de bananas podem ser obtidas da secagem natural ou artificial. Podem ser de bananas verde ou semi-verdes das cultivares Prata, Terra, Cavendish, Nanica ou Nanicão. Quando bem processadas, podem ser utilizadas em panificação, alimentos infantis, etc. Sua qualidade dependerá de vários fatores, como: qualidade da matéria-prima, método de secagem, procedimentos de Boas Práticas de Fabricação (BPF) e tempo de estocagem, que é função da forma de processamento, do teor de umidade, da embalagem e da forma de armazenamento.

As farinhas apresentam grande variabilidade para a indústria de alimentos, principalmente em produtos de panificação, produtos dietéticos e alimentos infantis. Para a produção de farinha, dá-se preferência aos frutos mais ricos em amido, quando ainda não ocorreu a transformação em açúcares. As frutas verdes são mais utilizadas para a obtenção da farinha do que as frutas maduras devido às possíveis reações de oxidação em que ocorre inversão de açúcares e caramelização (Carvalho, 2000).

Segundo Loures (1989), instalações de fábricas de farinha de banana de médio e pequeno porte podem ser localizadas próximo às fontes de produção, resultando em inúmeras vantagens: estimulação da agricultura, indústrias nacionais e criação de empregos em áreas rurais, além de promover expansão e desenvolvimento na indústria de alimentos e aditivos.

Conforme aspectos microbiológicos, a farinha de banana verde é susceptível a diferentes fontes de contaminação entre os patógenos *Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Bacillus cereus*, mesófilos aeróbios, coliformes a 44,5°C-45,5°C, bolores e leveduras. A partir da matéria-prima, do processamento e do produto obtido, os patógenos podem entrar em contato com as superfícies dos equipamentos, dos utensílios e os manipuladores. Sua

composição química, pH, acidez total titulável (ATT), amido, vitamina C e minerais varia em quantidade e qualidade, de acordo com a variedade, clima, solo e grau de maturação da banana. As características sensoriais, como sabor, odor, textura e aparência, são importantes para o desenvolvimento de um produto ou novos produtos, determinado pela aceitação do consumidor.

O objetivo deste trabalho foi a obtenção e a caracterização da farinha de banana verde 'Prata', por meio das análises físico-químicas, microbiológicas e reológicas visando à sua utilização em pré-mistura para bolo.

Objetivos específicos:

- caracterização físico-química, microbiológica da farinha de banana e a reologia das farinhas mistas;
- formulação e obtenção das pré-misturas para bolos com 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nos Laboratórios do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Tecnologia Centec Cariri/CE (FATEC), do Núcleo Industrial de Tecnologia do Ceará (NUTEC), no Laboratório de Grãos e Cereais da Universidade Federal de Lavras (UFLA) Lavras/MG e no Laboratório de Análise de Reologia e Moagem da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

A Região do Cariri se localiza no sul do Estado do Ceará, sua temperatura média é de 35°C e umidade relativa do ar de 25%. Na ocasião da realização do experimento. Foram utilizadas bananas verdes ‘Prata’ do mercado Pirajá na cidade de Juazeiro do Norte, CE.

2.1.Obtenção da farinha de banana verde

As bananas selecionadas estavam no estágio de maturação verde e possuíam tamanho médio variando entre 10 e 12 cm de comprimento sem defeitos e/ou ferimentos. Foram pesadas 954 bananas com casca, equivalente a 86,93 kg de bananas, sendo estas lavadas com água corrente e após lavagem, imersas em água clorada a 150 ppm, por um período de 15 minutos. Em seguida, foram descascadas manualmente com faca de aço inox, sendo obtidos 17,02 kg de bananas sem cascas. As bananas foram cortadas em rodela de 0,5 cm de espessura, imersas em solução de metabissulfito de sódio 2 ppm por 15 minutos e, em seguida, desidratadas em estufa de circulação de ar forçado a 70°C por 12 horas. Após a desidratação e a temperatura ambiente, foram trituradas em moinho de martelo, obtendo-se 12,68 kg de farinha de banana. A farinha foi acondicionada em potes de polipropileno com capacidade para 700g, tampados e armazenados.

Procedeu-se a algumas análises para caracterizar o estado atual da farinha.

2.2 Caracterização química da farinha de banana

2.2.1 Composição centesimal

Pela composição centesimal da farinha de banana, foi determinada a umidade por meio do método gravimétrico com emprego de calor, baseando-se na perda de peso do material submetido ao aquecimento em estufa a 105°C até o peso constante, segundo a metodologia da A. O. A. C (1992), expressos em porcentagem. A fração protéica foi obtida pela determinação da porcentagem de nitrogênio total da amostra, segundo o método de Kjeldahl (AOAC, 1990) e multiplicação pelo fator 6,25. O extrato etéreo da farinha de banana foi determinado segundo o método AOAC (1990), utilizando éter etílico como extrator. A fibra bruta foi determinada pelo método gravimétrico, de Van de Kamer & Ginkel (1952). O resíduo mineral fixo (cinzas) foi determinado por incineração do material em mufla regulada a 550°C até peso constante, segundo método da AOAC (1990), e a fração glicídica foi obtida pelo cálculo de diferença.

2.2.2 pH

O pH foi determinado em peagâmetro, modelo portátil DM pH-2, Hanna Instruments, com inserção do eletrodo diretamente na solução contendo 10g farinha de banana verde diluída em 100 mL água destilada, segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.2.3 Acidez total titulável

A ATT foi medida por titulação do filtrado com NaOH 0,1N padronizado segundo técnica estabelecida pelas normas do Instituto Adolfo Lutz (1985) e os resultados expressos em mL de NaOH gastos na titulação.

2.2.4 Amido

O teor de amido foi identificado segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.2.5 Vitamina C

O conteúdo de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método 2,6 diclorofenol indofenol, segundo Pearson (1971). A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 520 nm. Os resultados foram expressos em mg/100g de peso fresco.

2.2.6 Determinação de minerais

Os elementos sódio, zinco, cobre, magnésio, ferro, manganês, fósforo, potássio e cálcio foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica com chama de acetileno, segundo metodologia estabelecida por Sarruge & Haag (1974) e Malavolta et al. (1989). O potássio foi determinado por fotometria de chama.

2.2.7 Valor calórico

Foi efetuado com base na composição da farinha, utilizando os fatores de conversão de Atwater: 4 kcal/g (proteínas), 4 kcal/g (carboidratos) e 9 kcal/g (lipídios), conforme Osborne & Voogt (1978).

2.3 Análises microbiológicas

Cinco amostras de farinha de banana verde, de 25g cada uma foram coletadas aleatoriamente para a realização de análises microbiológicas. Essas amostras que constituem as repetições foram colocadas em solução salina em água peptonada (0,1%), estéril; posteriormente, foram feitas as diluições seriadas para inoculação nos diferentes meios de cultura utilizados no experimento.

Foram realizadas análises de coliformes a 45°C, Salmonella sp., Bacillus cereus, estafilococos aureus, contagem padrão, fungos filamentosos e leveduras, segundo as metodologias propostas pela APHA (2001).

2.4 Análises reológicas

A reologia é a ciência que estuda o comportamento (deformação e escoamento) dos materiais ou dos alimentos submetidos à ação de uma força ou sistema de forças.

2.4.1 Farinografia

Três amostras de farinhas mistas, com 0%, 15% 30% 45% e 60% de farinha de banana verde em substituição a farinha de trigo, foram coletadas aleatoriamente, para a realização das análises farinográficas. Essas amostras que constituem as repetições foram colocadas no farinógrafo marca Brabender, em porções de 300g cada, para o estudo do comportamento da massa.

Foram analisados os parâmetros absorção de água (ABS), tempo de chegada (TC), tempo de desenvolvimento da massa (TDM), tempo de saída (TS), índice de tolerância à mistura (ITM), 20 minutos de queda e tempo de queda (TQ), segundo a metodologia de nº 54-21 da AACC (1995).

2.4.2 Viscosidade das farinhas mistas

Para a determinação da viscosidade das farinhas mistas, com 0%, 15% 30% 45% e 60% de farinha de banana verde em substituição a farinha de trigo, foi utilizado o analisador rápido de viscosidade (Rapid Viscosity Analyser, RVA), seguindo a metodologia de nº 162 da ICC (1995). As farinhas mistas tiveram seus pesos ajustados em gramas (g), de acordo com o teor de umidade de cada amostra. Foram analisados parâmetros temperatura inicial da pasta, viscosidade máxima, viscosidade mínima, viscosidade final e tendência à retrogradação.

2.5 Elaboração dos bolos

Os cinco bolos foram elaborados a partir dos tratamentos 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de farinha de banana, com as cinco repetições, conforme Tabela 1. Os sorteios para a elaboração dos bolos foram feitos aleatoriamente, durante cinco dias. Cada pré-mistura foi levada até a batedeira modelo Arno e adicionados 220 mL de leite e três ovos. Na velocidade 2, ocorreu a aeração da massa por um tempo de 12 minutos. Após a batida da massa, as formas retangulares de 8 cm x 19,5cm x 4,5cm, untadas, foram preenchidas com 250g de massa. As massas foram levadas ao forno elétrico, à temperatura de 180° C, por 35 minutos. Após o forneamento, os bolos foram resfriados à temperatura ambiente. Em seguida, foram cortados em cubos, colocados em bandejas e codificados conforme o tratamento sendo, elaborando-se a análise sensorial.

TABELA 1 Quantidades, em gramas, dos diversos ingredientes que constituem os cinco tratamentos das pré-misturas para bolos.

Ingredientes	F1(0%)	F2(15%)	F3(30%)	F4(45%)	F5(60%)
Farinha de trigo	300	255	210	165	120
Farinha de banana	-	45	90	135	180
Açúcar	160	160	160	160	160
Gordura	90	90	90	90	90
Fermento químico	17	17	17	17	17
Sal iodado	5	5	5	5	5
Sorbato/potássio	5	5	5	5	5
Propionato de cálcio	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
TOTAL	577,86g	577,86g	577,86g	577,86g	577,86g

2.6 Análise sensorial

Para a realização da análise sensorial, foram utilizados 100 provadores não treinados por meio do teste de aceitação, utilizando-se a escala hedônica de nove pontos balanceados.

Os provadores foram selecionados ao acaso, com idade entre 18 a 45 anos, entre estudantes universitários, funcionários e professores da Faculdade de Tecnologia Centec Cariri/CE.

A avaliação sensorial consistiu em apresentar aos provadores cinco amostras de bolos cortadas em forma de cubo de aproximadamente 4cmx3cmx2cm, codificadas com três dígitos. Foi solicitado a eles que degustassem o bolo e assinalassem na ficha individual, a resposta que melhor refletisse o seu julgamento. A classificação dos julgadores foi transformada em valores numéricos para análise dos resultados, conforme descrito por Dutosky (1996). O modelo da ficha resposta está apresentado na Figura 1A (Anexo 1A).

2.7 Análises estatísticas

As análises de composição centesimal, amido, pH, acidez total titulável, vitamina C, valor calórico e as análises microbiológicas da farinha de banana verde foram realizadas em cinco repetições, enquanto as análises reológicas (amilografia e farinografia) das farinhas mistas foram determinadas em três repetições. Os resultados obtidos por meio da análise sensorial das pré-misturas para a escolha do melhor tratamento, pela aceitação do melhor bolo, foram avaliados pelo delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos consistiram na substituição, da farinha de trigo por farinha de banan verde, nas porcentagens de 0%, 15%, 30%, 45% e 60%. As análises de variância e o teste de médias foram realizados utilizando-se o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da farinha de banana

3.1.1 Rendimento da farinha de banana

As 954 bananas 'Prata', com casca equivaleram a 86,93 kg de massa fresca. Esse mesmo número sem casca equivale a 17,02 kg de massa fresca, a qual, quando seca, resultou em 12,68 kg de farinha de banana seca, representando rendimento de 74,50%, a partir da banana fresca sem casca, e de 14,59% a partir da banana fresca com casca.

A farinha de banana apresentou coloração branca ligeiramente amarelada, sabor brando sem amargor e adstringência, isenta de fibras, casca e partículas escuras.

3.1.2 Análises físico-químicas

A composição centesimal (umidade, extrato etéreo, proteínas, fibra bruta, cinzas e fração glicídica), o valor calórico e o amido da farinha de banana encontram-se na Tabela 2.

Verifica-se, na tabela 2, que o teor de umidade encontrado na farinha de banana foi de 3,3 g/100g e encontra-se dentro do padrão Anvisa (2005), que exige o máximo de 15g/100g de umidade em farinhas.

A determinação de umidade nos alimentos é de grande importância, pois a água exerce influência acentuada em várias de suas características, como: aparência, sabor, estrutura, susceptibilidade e deterioração dos alimentos.

Moraes Neto et al. (1998), em experimento com banana *Musa sapientum*, encontraram 7,2 g/100g de umidade em farinha de banana verde em secagem solar por 18 horas.

TABELA 2 Valores médios da umidade, extrato etéreo, proteína, fibra bruta, cinzas, fração glicídica, amido e valor calórico da farinha de banana.

Variáveis	b.u (g/100g)	b.s (g/100g)
Umidade	3,3	00
Extrato etéreo	0,68	0,70
Proteína	4,50	4,73
Fibra bruta	1,01	1,17
Cinzas	2,59	2,68
ENN	87,92	90,72
Amido	72,72	75,20
Valor calórico	373,00 kcal/100g	385,3 kcal/100g

Dados expressos em base úmida (b. u) e base seca (b. s)

Proteína = N X 6,25

ENN = extrato não nitrogenado

Segundo Damiani (1989), em experimento com farinha de banana (*Musa cavendishii*) cultivar prata, utilizada em formulação de mingaus, foram encontrados 9,77g/100g de umidade, valor superior ao encontrado neste trabalho.

A água solubiliza compostos importantes, como vitaminas, minerais, açúcares e ácidos, permitindo o desenvolvimento de microrganismos que podem comprometer a segurança do alimento (Bobbio & Bobbio, 1992).

O valor médio obtido de extrato etéreo foi de 0,68 g/100g, valor este superior ao encontrado por Torres et al. (2005), de 0,53 g/100g, que utilizaram

farinha de banana verde (*Musa acuminata*) em produtos extrusados. Damiani (1989) encontrou, na farinha de banana verde (*Musa cavendishii*), 0,18 g/100g de extrato etéreo.

O teor de proteína encontrado neste trabalho foi de 4,5 g/100g. Moraes Neto et al. (1998) encontraram valores médios de 3,3 g/100g de proteínas em farinhas de banana verde (*Musa sapientum*), variedade prata, em secagem solar.

Para fibra bruta, foi encontrado o valor médio de 1,01g/100g. Fernandes (2006) encontrou, na farinha de casca de batata, 1,62g/100g.

Quanto às cinzas, o valor médio encontrado neste trabalho foi de 2,59 g/100g. Moraes Neto et al. (1998) encontraram 4,14g/100g de cinza em farinha de banana verde (*Musa sapientum*), valor superior ao encontrado neste experimento. Torres et al. (2005) encontraram 2g/100g de cinzas em farinha de banana verde ('Nanicão').

O valor médio da fração glicídica, neste trabalho, foi 87,92g/100g. Torres et al. (2005) encontraram 91,70 g/100g em farinha de banana verde ('Nanicão'), enquanto Damiani (1989) encontrou 76,71g/100g na farinha de banana verde (*Musa cavendishii*).

O valor calórico encontrado na farinha de banana foi de 373 kcal/100g. Pereira et al. (2005) encontraram, em farinha de batata, 340kcal/100g.

O valor calórico é um parâmetro que envolve os teores de proteínas, carboidratos e lipídeos ao mesmo tempo, sendo de interesse para efeito de rotulagem do produto e controle de calorias ingeridas (Guilherme & Jokl, 2005).

O teor de amido encontrado neste experimento foi de 72,72 g/100g. Damiani (1989) encontrou valor inferior, 69 g/100 de amido na farinha de banana (*Musa cavendishii*) e Oliveira (1997), em experimento com farinha de banana, encontrou 70g/100g de amido, que é um valor inferior ao encontrado neste trabalho.

3.2 Características físico-químicas da farinha de banana

Na Tabela 3 são apresentados os resultados médios das características físico-químicas acidez total titulável (ATT), pH e vitamina C da farinha de banana.

TABELA 3 Valores médios das variáveis físico-químicas pH, acidez total titulável e vitamina C da farinha de banana.

Características		
pH	ATT (g/100g)	vitamina C
5,30	0,63	15,12 mg/100g

Segundo Nelson & Cox (2002), o pH determina a concentração hidrogeniônica de uma solução.

O valor médio encontrado para o pH, neste trabalho, foi de 5,30. Borba (2005) encontrou, na farinha de batata doce, pH 5,70. Fernandes (2006) encontrou, na farinha da casca da batata, pH 4,96.

A acidez total titulável encontrada neste experimento foi de 0,63 g/100g.

Chisté et al. (2006) encontraram, em farinha de mandioca, 4,11g/100g de acidez total titulável.

De acordo com Reis (2002), a banana caracteriza-se por apresentar baixa acidez quando verde, a qual aumenta durante a maturação até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela.

O teor médio, da ATT observado na farinha de banana, neste trabalho, encontra-se na faixa do teor de acidez encontrado na banana verde. As mudanças na acidez só ocorrem durante o amadurecimento de bananas ou durante o armazenamento da farinha (Reis, 2002).

O valor médio de vitamina C encontrado neste trabalho foi 15,12 mg/100g. No Brasil, a ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C para adultos é de 60mg (Yamashita et al., 2003).

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa (2007), sempre que o processo envolve tratamento térmico, ocorre degradação de vitaminas, principalmente da vitamina C.

3.3 Composição de minerais

As concentrações de potássio, fósforo cálcio, magnésio, enxofre, nitrogênio, boro, cobre, manganês, zinco e ferro da farinha de banana verde e farinha de trigo marca “fina” encontram-se na Tabela 4.

Em relação aos macronutrientes a farinha de banana verde possui maior teor de potássio, fósforo e magnésio do que a farinha de trigo. A quantidade de cálcio é próximo nas duas farinhas e a farinha de banana verde só perde quanto ao teor de nitrogênio.

De acordo com Maia et al. (2000), o fósforo e o cálcio são elementos que se encontram lado a lado em muitos compostos do organismo. Esses minerais participam de várias funções corporais, sendo a principal: função estrutural. Em quantidades e proporções adequadas, evita raquitismo, osteoporose, osteomalácia, hipercalcúria reabsorvida, hipofosfatemia e tetania entre outros.

O valor de boro encontrado para a farinha de banana foi de 0,1 mg/kg, inferior, portanto aos 3,1 mg/kg encontrados para farinha de trigo.

O valor de cobre encontrado neste experimento foi de 5,5 mg/kg. Na farinha de trigo marca “Fina”, foi encontrado valor inferior, 4,4 mg/100g.

A farinha de banana possui acima de 6,5 vezes mais manganês do que a farinha de trigo, sendo esta última, pobre neste mineral.

Porém, o teor de ferro da farinha de banana verde representa apenas um terço do teor encontrado na farinha de trigo.

TABELA 4 Teores médios de macro e microminerais da farinha de banana verde e farinha de trigo marca “Fina”.

	Macrominerais (mg/100g)						Microminerais (mg/kg)				
	K	P	Ca	Mg	S	N	B	Cu	Mn	Zn	Fe
FB	1180	100	130	70	100	530	0,1	5,5	4,6	533,2	17,8
FT	160	90	160	20	150	1840	3,1	4,4	0,7	27,3	52,0

FB (farinha de banana verde)
 FT (farinha de trigo marca “Fina”)

Franco (2000) cita que a aveia e a soja contêm teores de manganês de 5,0 mg/100g, respectivamente, valores próximos encontrados para a farinha de banana verde.

A ingestão dietética recomendada de manganês é de 2,3 e 1,8 mg/dia, para homens e mulheres (Ascheri et al., 2006), respectivamente. A farinha de banana verde é uma boa fonte desse mineral.

O valor de zinco encontrado na farinha de banana verde representa quase 20 vezes mais o conteúdo deste mesmo mineral na farinha de trigo.

A ingestão diária recomendada de ferro, segundo National Academy of Sciences, Nas (2007), para homens adultos com idade de 19 a 50 anos, é de 8mg/dia e, para mulheres adultas nesta faixa etária, é de 18mg/dia.

Conforme Carvalho et al. (2007), a banana contém maior percentagem de potássio, fósforo, cálcio e ferro, comparada à maçã ou à laranja, sendo uma rica fonte de vitaminas e sais minerais (Taipina, 2002).

3.4 Caracterização da farinha de trigo

Os valores médios da umidade, extrato etéreo, proteína, fibra bruta, cinzas, extrato não nitrogenado, amido e valor calórico da farinha de trigo utilizada nas formulações das pré-misturas estão expressos na Tabela 5.

TABELA 5 Valores de umidade, extrato etéreo, proteína, fibra bruta, cinzas, extrato não nitrogenado, amido e valor calórico da farinha de trigo marca “Fina” utilizada nas formulações das pré-misturas para bolo.

Variáveis	b. u (g/100g)	b.s (g/100g)
Umidade	12,50	0,00
Extrato etéreo	0,78	0,89
Proteína	8,75	10,00
Fibra bruta	0,35	0,47
Cinzas	0,44	0,50
ENN	77,18	88,14
Amido	76,00	86,36
Valor calórico	350,74 kcal /100g	400,57 kcal/100g

Dados expressos em base úmida (b. u) e base seca (b.s)

Proteína = NX 6,25

ENN = extrato - não - nitrogenado

3.5 Análises microbiológicas da farinha de banana

Os resultados das análises microbiológicas da farinha de banana, incluindo coliformes a 45°C, *Bacillus cereus*, *Estafilococos aureus*, contagem de

aeróbios mesófilos, *Salmonella* sp. e fungos filamentosos e leveduras, encontram-se na Tabela 6

TABELA 6 Valores médios de coliformes a 45°C, fungos filamentosos e leveduras, *B. cereus*, *Salmonella* sp., *Estafilococos aureus*, contagem de aeróbios mesófilos da farinha de banana e os valores padrões da Anvisa.

Microrganismos	Valores médios	Padrão da Anvisa
Coliforme a 45°C (NMP/g)	<3	Ausência em 1g
Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)	<10	10 ³ /g
<i>B.cereus</i> (UFC/g)	<10	10 ³ /g
<i>Salmonella</i> em 25g	Ausência	Ausência em 25g
<i>Estafilococos aureus</i> (UFC/g)	<10	Ausência em 0,1g
Contagem de aeróbios mesófilos (UFC/g)	<10	5x10 ⁵ /g

Os resultados microbiológicos da farinha de banana (Tabela 6) atenderam à legislação da Anvisa, Resolução 12/1978. Na contagem microbiológica dos grupos coliformes a 45°C, durante o processamento, não

foram constatados bactérias do grupo coliforme de origem fecal. Segundo a Anvisa, o padrão é de ausência de coliformes em 1g de farinha de banana verde.

A pesquisa do grupo dos coliformes termotolerantes nos alimentos fornece informações sobre as condições higiênico-sanitárias do produto, que são a melhor indicação da eventual presença de enteropatógenos.

Com relação aos grupos dos fungos filamentosos e leveduras, o valor encontrado foi <10 UFC/g, valor considerado dentro do padrão. Conforme a Anvisa, Resolução CNNPA nº 12 de 1978, o padrão máximo de bolores e leveduras é de 10^3 /g, o que indica boas práticas de fabricação no experimento.

Para análise de *Bacillus cereus* não foi encontrada nenhuma contaminação. O limite máximo, segundo a Anvisa Resolução 12/1978, é de 10^3 UFC/g.

A *Salmonella* sp. não apresentou qualquer crescimento na farinha, atendendo à legislação vigente e o limite, conforme a Resolução citada, é ausência em 25 gramas.

A análise de *Staphylococcus aureus* também apresentou resultado dentro do padrão <10 UFC g, assegurando a qualidade do produto e o limite apresentado pela Anvisa 12/1978, ausência em 0,1 g.

A contagem de aeróbios mesófilos apresentou índice <10 UFC g. O limite máximo de contagem padrão em placas, conforme Anvisa, é 5×10^5 UFC/g.

De acordo com Oliveira et al. (2006), os aeróbios mesófilos são microrganismos de origem não fecal, completamente indesejáveis nos alimentos, por provocarem deterioração, reduzindo a vida útil. Sua presença configura risco sanitário. A contagem elevada desse grupo de bactérias em alimentos pode indicar proliferação durante o armazenamento.

3.6 Análises reológicas

3.6.1 Viscosidade por RVA

As análises reológicas foram realizadas nas farinhas mistas compostas por farinha de banana verde e farinha de trigo.

O comportamento aparente da pasta obtida na farinha mista com 60% com farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo está representado no gráfico da Figura 1. As outras farinhas mistas com 0%, 15%, 30% 45% obtiveram um comportamento viscoamilográfico parecido com a farinha de 60% de substituição.

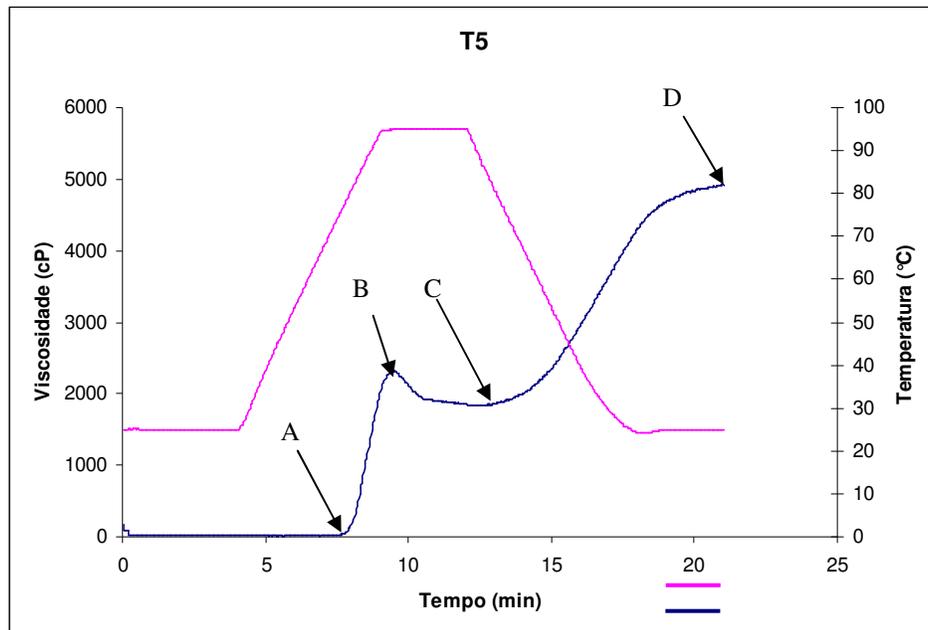


FIGURA 1 Representação gráfica do comportamento da viscosidade aparente de pasta da farinha mista com 60% de farinha de banana verde, em substituição à farinha de trigo. A= início do empastamento; B= viscosidade máxima; C= viscosidade mínima e D= viscosidade final.

Os resultados da análise de viscosidade aparente das pastas dos cinco tratamentos, com 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de farinha de banana, por meio dos parâmetros temperatura inicial de pasta, viscosidade máxima, temperatura de viscosidade máxima e mínima, viscosidade mínima, final e tendência a retrogradação, encontram-se na Tabela 7.

As temperaturas iniciais de pasta das farinhas mistas com 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de farinha de banana verde deste experimento variaram de 68,8°C a 74,7°C. Assim, pode-se afirmar que a temperatura inicial de pasta do amido de banana é de 74,7°C, pois este foi o valor encontrado quando a farinha mista estava com 60% de farinha de banana. Portanto, pode ser considerada uma boa temperatura inicial de pasta.

Freitas & Tavares (2005), trabalhando com amido da *Musa* 'AAA-Nanicão' verde, encontraram temperatura inicial de pasta de 71,6°C e, no amido da *Musa* 'AAB-Terra' verde, 74,5°C. Teixeira et al. (1998), trabalhando com amido de banana (*Musa* 'AAB', 'Terra'), encontraram temperatura inicial de pasta de 72°C, valor inferior ao encontrado no tratamento com 60% de farinha de banana. Conforme Bertolini (2007), trabalhando com amostras de farinha banana verde, o processo de gelatinização iniciou-se a 75°C.

As viscosidades máximas alcançadas neste experimento com as farinhas mistas foram de 1.668,5 cP a 2.306,5 cP, considerados valores altos e indicando resistência nos grânulos de amido de banana verde. O tempo gasto para atingir a viscosidade máxima variou entre 9,58 a 10,27 segundos e foi aumentando de acordo com a concentração de amido de banana em cada tratamento.

Pode-se dizer que a viscosidade máxima caracteriza um equilíbrio entre o aumento da viscosidade devido ao inchamento do grânulo de amido de banana e o decréscimo da viscosidade é causado pela fragmentação do próprio grânulo de amido.

Freitas & Tavares (2005), trabalhando com amido de banana *Musa* 'AAA Nanicão' e *Musa* 'AAB Terra' encontraram viscosidade máxima elevada.

TABELA 7 Parâmetros viscoamilográficos obtidos por RVA da farinha mista, em função das porcentagens de substituição da farinha de trigo pela farinha de banana verde.

Parâmetros	0%FB	15%FB	30%FB	45%FB	60%FB
viscoamilógrafos					
Temperatura inicial de pasta (°C)	68,8	68,7	68,8	69,3	74,7
Viscosidade máxima (cP)	1.668,0	1.690,0	1.944,0	2.023	2.306,5
Temperatura viscosidade máxima (°C)	95,00	95,00	95,05	95,05	94,95
Viscosidade mínima (cP)	1.005,5	1.114,0	1.385,0	1.461,0	1.834,0
Temperatura viscosidade mínima (°C)	85,75	85,40	87,80	87,60	90,45
Viscosidade final (cP)	3.511,5	3.659,0	4.3010	4.446,0	4.920,5
Temperatura de viscosidade final (°C)	24,95	24,95	24,95	24,95	24,95
Tendência a retrogradação (cP)	2.506,0	2.545,0	2.916,0	2.985,0	3.086,5

Os resultados das viscosidades mínimas encontrados neste experimento foram de 1.005,5 cP a 1.834,5 cP.

Segundo Ciacco & Cruz (1982) e Ascheri et al. (2006), após o ponto máximo de viscosidade, a desintegração dos grânulos de amido prevalece e a viscosidade decresce.

Segundo Freitas & Tavares (2005), com o mesmo experimento do amido da *Musa* 'AAA-Nanicão' e *Musa* 'AAB-Terra', a fragmentação foi abrupta devido à coesão e à estabilidade do grânulo do amido durante o aquecimento.

Os valores das viscosidades finais das farinhas mistas neste experimento foram de 3.511,5 a 4.920,5 cP, mostrando alta viscosidade final no ciclo de resfriamento a 24,95°C com alta tendência à retrogradação. A viscosidade final indica a baixa viscosidade, no ciclo de resfriamento, que poderia implicar numa redução à tendência de retrogradação do amido, o que não ocorreu no presente experimento.

Os valores do “set-back”, dados pela diferença entre a viscosidade final a 24,95°C e a viscosidade mínima entre 86°C a 90°C, nos ciclos de resfriamentos, foram elevados no comportamento do amido de banana verde, em todas as formulações de farinhas mistas, com valores de 2.506,0 cP a 3.086 cP mostrando uma forte tendência à retrogradação.

Segundo Ciacco e Cruz (1982), a retrogradação é o processo que ocorre quando as moléculas de amido completamente gelatinizadas começam a se reassociar em uma estrutura ordenada. A velocidade de retrogradação de pastas de amido depende de fatores inerentes ao grânulo ou de seus componentes, entre os quais podem-se citar o tipo de amido, o peso molecular e a linearidade.

A retrogradação do amido ocorre por efeito da recristalização das moléculas de amilose e amilopectina (Carvalho et al., 2002), decorrente do agrupamento das partes lineares das moléculas do amido por meio da formação de novas ligações de hidrogênio, resultando na formação de precipitado e ou géis (Gutkoski, 2000).

Analisando-se esses resultados, verifica-se que houve influência na concentração do amido de banana verde nos diferentes tratamentos das farinhas

mistas elaboradas. A temperatura de gelatinização do amido de banana verde elevou-se conforme o aumento desse amido na farinha.

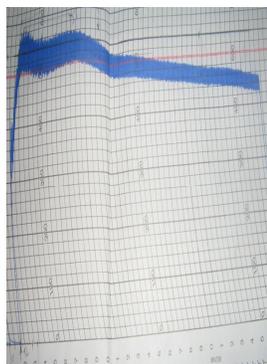
Quanto aos parâmetros analisados, principalmente os valores da viscosidade máxima, final e “set-back” mostraram o comportamento do amido nas farinhas mistas com moderados picos nas viscosidades, em virtude do intumescimento dos grânulos, moderados decréscimos nas viscosidades em decorrência da fragmentação e da solubilidade dos grânulos intumescidos e um alto “set-back”, ou aumento nas viscosidades no resfriamento, proveniente da retrogradação.

3.6.2 Farinografia

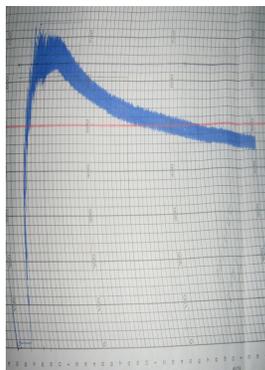
Os valores dos parâmetros farinográficos das farinhas mistas correspondentes às amostras provenientes dos tratamentos 0% (T1), 15% (T2), 30% (T3), 45% (T4) e 60% (T5), com farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo (Figura 2), são apresentados na Tabela 8.

O primeiro parâmetro a ser analisado no farinograma é o percentual de absorção de água. Essa determinação é importante, sob o ponto de vista tecnológico, porque a água assegura a união das proteínas que dão origem ao glúten, controla a consistência da massa, dissolve os sais, umedece e intumescce o amido deixando-o mais digerível e fornece meio propício ao desenvolvimento da atividade enzimática (Queji et al., 2006).

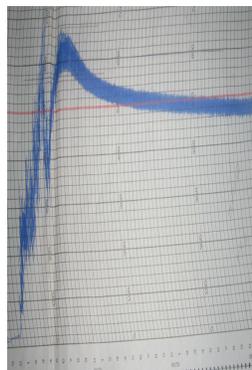
Foi observado que a absorção de água nos tratamentos foram se elevando à medida que o percentual de farinha de banana verde foi aumentando. Os valores aumentaram de 56% a 66,1% acrescentando-se mais amido à farinha de trigo com uma farinha que estava com pouca umidade (3,3%), portanto, com grande capacidade de absorção de água.



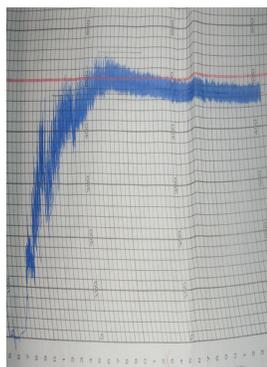
a) T1



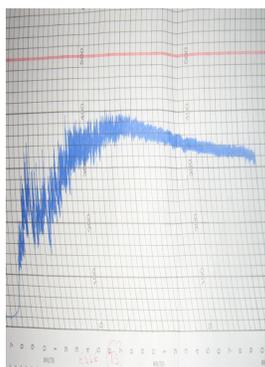
b) T2



c) T3



d) T4



e) T5

FIGURA 2 Representação gráfica dos farinogramas das farinhas mistas: a) 0% (T1), b) 15% (T2), c) 30% (T3) d) 45% (T4), e) 60% (T5) de farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo.

Conforme Brusantin (2000), para farinhas fracas, a absorção deve ser menor que 55%; para farinhas médias, a absorção deve estar em torno de 54% a 60% e, para farinhas fortes e muito fortes, a absorção deve estar em torno de

58%. Segundo Pereira (2002), a absorção de água pela farinha é um fator de grande importância na produção de todos os produtos forneados.

TABELA 8 Resultados obtidos na farinografia das farinhas mistas com farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo.

Características	Porcentagens				
	F1 (0%)	F2 (15%)	F3 (30%)	F4(45%)	F5(60%)
ABS ¹ (%)	56,0	56,4	57,4	58,1	66,1
TC ² (min.)	1'09"	2'39"	4'03"	5'30"	-
TDM ³ (min.)	1'39"	4'57"	7'06"	9'45"	-
Estabilidade ⁴ (min.)	8'39"	7'00"	6'30"	11'57"	-
TS ⁵ (min.)	9'29"	9'39"	10'33"	17'27"	-
20min. ⁶ queda(UF)	77,00	123,75	96,25	31,00	-
I.T.M ⁷ (U F)	35,75	96,25	101,75	49,25	-
TQ ⁸ (min.)	10'00"	9'22"	10'42"	18'54"	-

¹Absorção de água; ²tempo de chegada; ³tempo de desenvolvimento da massa; ⁴estabilidade; ⁵tempo de saída; ⁶20 minutos de queda; ⁷índice de tolerância da mistura; ⁸tempo de queda.

O índice de absorção de água das farinhas mistas com farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo variou entre 167,9 mL a 198,4 mL, dentre os tratamentos.

Segundo Lehninger et al. (1995), quando o amido é danificado, há maior exposição dos grupos hidroxila, como também rompimento de ligações tipo

pontes de hidrogênio entre a amilose e amilopectina, favorecendo o aumento de absorção de água pela farinha.

Segundo Campanolli (1992), quanto maior a absorção de água, maior o rendimento na massa.

Torres et al. (2005) trabalharam com farinha de banana em produtos extrusados e obtiveram índice de absorção de água (IAA) de 15,86%. O IAA varia em função da umidade e da temperatura.

Borges et al. (2006), trabalhando com bolos utilizando farinha de aveia, constataram que a absorção de água aumentou de acordo com o aumento da concentração da farinha, principalmente devido ao conteúdo de fibras presentes na aveia.

O segundo parâmetro analisado foi o tempo de chegada (TC), que é o tempo, em minutos, desde a absorção de água até que o topo da curva atinja a linha vermelha das 500 U.F. (Borges et al., 2006). Os valores do TC neste experimento situaram-se entre 1'09" a 5'30", conforme as farinhas mistas analisadas. A amostra com maior TC foi com 45% de farinha de banana verde com 5'30" mostrando uma farinha forte. A amostra com 60% de farinha de banana verde não atingiu a linha vermelha das 500 U.F., por apresentar muita consistência pelo percentual de amido utilizado na formulação, fazendo com que o glúten fosse "diluído" na massa e o equipamento não conseguisse boa leitura. O farinógrafo foi desenvolvido para analisar a força do glúten encontrado nas proteínas da farinha de trigo e isso impediu que os parâmetros farinográficos fossem analisados. Portanto, apenas a curva da titulação, no primeiro estágio do comportamento da massa, foi analisada, indicando apenas a absorção de água.

O tempo de chegada foi aumentando de acordo com o aumento da concentração da farinha de banana nas misturas. O aumento gradativo do tempo deve estar associado à maior quantidade de água absorvida pelas farinhas mistas e ao maior tempo gasto nesta absorção, decorrente da farinha de banana adicionada aos tratamentos. Esse comportamento também deve estar associado à

interferência da farinha de banana na formação da rede de glúten, pois se tem maior concentração de amido em relação às proteínas do glúten.

O terceiro parâmetro analisado foi o tempo de desenvolvimento das massas. Os resultados foram considerados baixos no tratamento com 0% de farinha de banana, apresentando TDM de 1'39"; no tratamento com 15% de farinha de banana, TDM com 4'57" e, nos tratamentos com 30% e 45% de farinha de banana, valores de TDM altos 7'06" e 9'45".

O quarto parâmetro foi a estabilidade (E) e os valores encontrados dentre os quatros tratamentos ficaram entre 6'30" a 11'57". No processo de aeração das massas de bolo, quanto mais fraca for a farinha melhor as características de leveza e uniformidade obtidas. Acredita-se que o aumento da estabilidade aqui encontrado foi devido à quantidade crescente de amido de banana e não à maior força do glúten.

Borges et al. (2006) trabalharam com farinhas mistas de aveia e trigo em processamento de bolos e encontraram o produto mais leve e poroso, com relação ao seu teor de glúten.

Segundo Campanolli (1992), o TDM e a E estão relacionados com o baixo peso molecular das proteínas (gliadinas) devido ao fato de sua área superficial favorecer a associação com as gluteninas e outros constituintes no sistema da massa.

O quinto parâmetro foi o índice de tolerância da mistura ITM. Os valores encontrados foram de 35,75 U.F. com 0% de farinha de banana; 96,25 U.F. com 15%; 101,75 U.F. com 30% e 49,25 U.F. com 45%.

Conforme Gutkoski & Pedó (2000), farinhas que apresentam boa tolerância à mistura revelam menor ITM e maior ITM indica farinha mais fraca. Pode-se dizer que o menor ITM foi a amostra de tratamento com 0% de farinha de banana com 35,75 U.F. e o maior ITM foi apresentado pelo tratamento com 30% de farinha de banana, com 101,75 U.F. Esse comportamento ocorreu,

provavelmente, pela diluição do glúten proporcionada pela substituição da farinha de banana verde.

Os resultados dos tempos de queda variaram entre 9'36" e 18'54" minutos, ou seja, não houve rápida queda nos farinogramas analisados. Segundo Campanolli (1992), rápida queda (*breakdown*) ocorre em farinogramas com farinhas de conteúdos protéicos acima de 17% e apresenta bandas estreitas pelos seus farinogramas.

Portanto, conforme os resultados apresentados, pode-se considerar que a farinha mista mais fraca foi com 60% de farinha de banana, pois apresenta-se sem TDM e sem E. As farinhas mistas consideradas com força média foram com 15% e 30% de farinha de banana, pois apresentaram parâmetros com valores médios de TDM, E e ITM e a farinha mista considerada forte foi com 45% e 0% de farinha de banana, com valores nos parâmetros de TDM, E e ITM dentro dos limites para ser considerada uma farinha de força forte. Salienta-se que, para a produção de bolos, a farinha utilizada é farinha fraca em relação força do glúten.

Conforme Brusantin (2000), uma farinha fraca possui as seguintes características: absorção de água menor que 55%, TDM menor que 2'30", estabilidade menor que 3 minutos e ITM maior que 100 U.F. A farinha média apresenta absorção entre 54% a 60%, TDM entre 2'30" a 4,0 minutos, E entre 3 a 8 minutos e ITM entre 60-100 U.F. A farinha forte tem absorção maior que 58, TDM 4,0 a 8,0 minutos, E entre 8 a 15 minutos e ITM entre 15-50 U.F. Na farinha muito forte, absorção é maior que 58%, TDM maior que 10 minutos, E maior que 15 minutos e ITM menor que 10 U.F.

3.7 Análise sensorial

No desenvolvimento de novos produtos alimentícios, a aceitação pelo consumidor é de fundamental importância. Para verificar a aceitabilidade dos bolos elaborados com 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de farinha de banana verde

em substituição à farinha de trigo (Figura 3), utilizou-se o teste de aceitação, através da escala hedônica de nove pontos.



a) 0 %



b) 15 %



c) 30 %



d) 45 %



e) 60 %

FIGURA 3 Bolos obtidos das cinco formulações, a) 0%, b) 15%, c) 30%, d) 45% e e) 60% de farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo.

O teste de qualidade em relação às características sensoriais dos bolos aparência, aroma, textura e sabor nas formulações com farinha de banana está apresentado na Tabela 9 e a análise de variância na Tabela 1B (Anexo B).

TABELA 9 Valores médios das notas da avaliação sensorial para aparência, aroma, textura e sabor dos bolos, em função da porcentagem de substituição da farinha de trigo pela farinha de banana.

Tratamentos	Característica sensorial			
	Aparência	Aroma	Textura	Sabor
0%	7,36 c	6,77 a	6,63 ab	6,77 a
15%	6,17 ab	6,84 a	6,44 ab	6,61 a
30%	5,78 a	7,26 a	6,28 a	6,64 a
45%	6,23 ab	6,75 a	7,11 ab	6,55 a
60%	7,23 bc	7,31 a	7,57 b	8,02 a
CV(%)	8,84	14,91	9,09	13,04
Média geral	6,55	6,98	6,81	6,92

Médias nas colunas seguidas por letras iguais não diferem, pelo Teste de Tukey (5%).

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os parâmetros aparência e textura do bolo. Observa-se também que os bolos com 60% de farinha de banana verde alcançaram boa pontuação, expressando o conceito 'gostei regularmente'.

Os bolos com 15%, 30% e 45% de farinha de banana verde não diferiram entre si para as quatro características sensoriais. O bolo com 30% de substituição de farinha de banana verde apresentou aparência menor e diferente das porcentagens, de 0% e 60%.

Os atributos aroma e sabor demonstraram não terem sido afetados de modo significativo pelos tratamentos. O bolo contendo 60% de farinha de banana tendeu a apresentar maior intensidade nesses atributos.

Fica claro que, após a análise dos resultados, a utilização da farinha de banana verde nas formulações das pré-misturas é viável, do ponto de vista sensorial, permitindo a elaboração de bolos. Além disso, o amido teve grande influência nas avaliações sensoriais aparência e textura, apresentando boa gelatinização e boa aceitação para o bolo com tratamento de 60% de farinha de banana.

A análise sensorial do bolo produzido com 60% de farinha de banana verde mostrou as mesmas características dos atributos do bolo controle. Esse resultado comprova que o bolo produzido com farinha de banana verde obteve a mesma aceitação que o bolo controle, o que sugere que essa substituição é viável.

4 CONCLUSÕES

A banana verde cultivar Prata, é viável para o processo de desidratação, apresentando bom rendimento de farinha.

A farinha de banana é rica fonte de vitaminas e minerais, destacando-se potássio, fósforo, cálcio, enxofre e zinco.

A viscosidade aumentou com o acréscimo de farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo. Esta substituição também altera os parâmetros farinográficos, com aumento na absorção de água e na tolerância à mistura e diminuição na estabilidade do glúten.

O sabor e o aroma dos bolos não foram alterados com a substituição farinha de trigo pela farinha de banana verde. As características sensoriais dos bolos elaborados com maior substituição de farinha de banana verde não diferiram das do bolo controle.

A farinha de banana verde representa alternativa para a bananicultura da região do Cariri. Sua obtenção é simples e, pelas características físico-químicas, nutricionais e tecnológicas, pode ser utilizada em formulações de bolos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÃO, R.C.; GLÓRIA, M.B.A. Bioactive amines and carbohydrate changes during reaping of prata banana (*Musa acuminata* x *M. balbisiana*). **Food Chemistry**, v.90, p.705-711, 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução – RDC nº 263, 22 set. 2005**. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/leisref/public/showact.php>>. Acesso em: 20 mar. 2007.

AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução CNNPA nº 12, de 1978** Diário Oficial, 24jul. 1978. Disponível em: <www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 16 fev. 2007.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4.ed. Washington, 2001. p.316.

ASCHERI, D.P.R.; ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P. de. Características da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, out./dez. 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15.ed. Washington, 1990. v. 2.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 16.ed. Washington, 1992. v.2.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. St. Paul, 1995.

BERTOLINI, A.C. **Secagem de banana verde e obtenção de farinha de casca e polpa**. Disponível em: <www.fcf.usp.br/cyted106PI0297/pdf./Anexo%Grupo%Br2>. Acesso em: 2 maio 2007.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, O.F. **Química do processamento de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 1992. p.151.

BORBA, A.M. **Efeitos de alguns parâmetros operacionais nas características físicas e físico-químicas e funcionais de extrusados da farinha de batata doce (*Ipomea batatas*)**. 2005. 115p. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

BORGES, J.T. da S.; PIROZI, M.R.; LUCIA, S.M.D.; PEREIRA, P.C.; MORAES, A.R.F.E.; CASTRO, V.C. Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **B. Ceppa**, Curitiba, v.24, n.1, p.145-162, jan./jun. 2006.

BRUSANTIN, R. de C.V. **Composição protéica e qualidade comercial de trigos desenvolvidos no Estado de São Paulo**. Tese de Mestrado-Piracicaba 2000. 101p.

CAMPANOLLI, D.M.F. **Influência da fertilização com nitrogênio sobre as proteínas do glúten e a qualidade tecnológica das farinhas de dois cultivares de trigo**. 1992. 93p. Tese de Mestrado-Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CARVALHO, V.R. **Formulações de snacks de terceira geração por extrusão: caracterização texturométrica e microestrutural**. Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG, 2000. p5-26.

CARVALHO, R.V. de. ASCHERI, J.L.R.; CAL-VIDAL, J. Efeito dos parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de pellets (3G) de misturas de farinhas de trigo, arroz e banana. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.5, p.1006-1018, set./out. 2002.

CARVALHO FILHO, C. D.; RODRIGUES, M. P. Processamento Térmico de purê de banana (*Musa cavendishi*), em embalagens flexíveis esterilizáveis. 1997. Disponível em:
<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/content/download/3636/27806/file/cta17n3_2.pdf>. Acesso em: 12 maio 2007.

CHISTÉ, R.C.; COHEN, K. de O.; MATHIAS, E. de. A.; RAMOA JUNIOR, A.G. A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciências Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.4, out./dez. 2006.

CIACCO, C.; CRUZ, F.R. **Fabricação de amido e sua utilização**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. 152p. (Série Tecnologia de Alimentos).

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

DELAHAYE, P.E.; TESTA, G. Evaluacion nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. **INCI**, Caracas, v.30, n.5, May 2005.

DUTOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champanat, 1996. 123p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
FRUTICULTURA BAHIA. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.
Solo, escolha, preparo, manejo e conservação. Disponível em:
<http://www.cnpmf.embrapa.br/index.php?=perguntas_e_resposta-banana.php>.
Acesso em: 10 jan. 2007.

FERNANDES, A.F. **Utilização da farinha de casca de batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) na elaboração de pão integral**. 2006. 127p.
Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FERREIRA, D.F. **Programa Sisvar. Exe: sistema de análise de variância**.
Versão 3.04. Lavras: UFLA/DEX, 2000. Software.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo:
Atheneu, 2000. 307p.

FREITAS, M.C.J.; TAVARES, D. de Q. Caracterização do grânulo de amido de bananas (Musa AAA-Nanicão e Musa AAB-Terra). **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.2 abr./jun. 2005.

GUILHERME, F.P.; JOKL, L. Emprego de fubá de melhor qualidade protéica em farinhas mistas para produção de biscoito. **Ciências Tecnologia Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, jan./mar. 2005.

GUTKOSKI, L.C.; PEDÓ, I. **Aveia: composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Varela, 2000. 96p.

GUTKOSKI, L.C. Extrusão de produtos de aveia. In: GUTKOSKI, L.C.; PEDÓ, I. **Aveia: composição química, valor nutricional e processamento**. São Paulo: Varela, 2000. Cap.7, p.169-103.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimento. 3.ed. S. Paulo: IMESP. 1985. v.1, p.21-22.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR CEREAL SCIENCE AND TECHNOLOGY. **Official methods of the International Association of Cereal Science and Technology**. Schwechat, Austria, 1995.

JESUS, S.C.de.; FOLEGATTI, M.I. da S.; MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. **Bragantia**, Campinas, v.63, n.3, dez. 2004.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2.ed. São Paulo: SARVIER, 1995. p.147-164, 222-237.

LICHTENBERG, L.A. Colheita e pós-colheita da banana. **Informe Agropecuário**, v.20, n.196, p.73-90, 1999.

LOURES, A. Obtenção, caracterização e utilização de farinha de banana (*Musa sp*) em panificação. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Farmácia: Dissertação. 1989. 132p.

MAIA, L.H.; WANG, S.H.; FERNANDES, M.S.; CABRAL, L.C. Características químicas dos mingaus desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.3, set./dez. 2000.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação de estado nutricional de plantas**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 4**, Banana. Porto Alegre: ed. Ivo Manica, 1997. 485p.

MORAES NETO, J.M. de.; CIRNE, L. E. da M. R.; PERDROZA, J.P.; SILVA, M.G da. 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.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Dietary reference intakes (DRIs)**. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. National Academies. Disponível em: <www.nationalacademies.org>. Acesso em: 29 abr. 2007.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger**: Princípios de bioquímica. 3.ed. São Paulo: Sarvier, 2002. p.975.

OLIVEIRA, A.M.C. de.; COSTA, J.M.C.; MAIA, G.A. Qualidade higiênico-sanitária de abacaxi “Pérola” minimamente processado. **Revista Brasileira Promoção da Saúde**, Fortaleza, v.19. n.1, p.24, 2006.

OLIVEIRA, D.A.G. **Avaliação química, nutricional e sensorial de uma mistura à base de farinhas de arroz, banana e mandioca, enriquecida com outras fontes protéicas**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba. Dissertação, 1997. p79.

OSBORNE, D.R.; VOOGT, P. **The analysis of nutrient in foods**. London: Academic, 1978. p.47, 156-158.

PEASOR, D. **The chemical analysis of foods**. New York, First American, 1971. 149p.

PEREIRA, J. **Tecnologia e qualidade de cereais (arroz, trigo, milho e aveia)**. Lavras: Universidade Federal Lavras, 2002. 130p.

PEREIRA, C.A.; CARLI, L. de.; BEUX, S.; SANTOS, M.S. BUSATO, S.B. KOBELNIK, M.; BARANA, A.C. Utilização de farinha obtida a partir de rejeito de batata na elaboração de biscoitos. **Ciência Agrônômica de Engenharia**, Ponta Grossa, p.19-26, abr. 2005.

QUEJI, M. de F.D.; SCHEMIN, M.H.C.; TRINDADE, J.L.F.da. Propriedades reológicas da massa de farinha de trigo adicionada de alfa-amilase. **Ciência Agrônômica e Engenharia**, Ponta Grossa, p.21-29, ago. 2006.

REIS, C. M. F. Manutenção da qualidade de banana “Prata” minimamente processada. Disponível em: www.editora.ufla.br/revista. Lavras: UFLA, 2002.

SARRUGE, J.R.R.; HAGG, H.P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQU/USP, 1974. 56p.

SEABRA, F.M.; ARAÚJO, F.G.; CASTRO, F. de. A. C. de. **Produtor de bananas**. Fortaleza: Instituto Centro de Ensino Tecnológico, 2003. p.64. (Caderno Tecnológico)

SISTEMA BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. Ministério da Ciência e Tecnologia. Disponível em: <http://sbtt.ibict.br/upload/sbtt_424.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2006.

SOUZA, J.M.G. **Sistema agroindustrial da banana no Ceará**: um estudo comparativo entre as regiões do Baixo Jaguaribe e Maciço de Baturité sob o enfoque do agronegócio. Disponível em:

<http://www.bnb.gov.br/content/Aplicacao/ETENE/Rede_Irigacao/Docs/Sistema%20agroindustrial%20da%20banana%20no%20Ceara%20>. Acesso em: 30 nov. 2006.

SOUSA, P.H.M. de.; MAIA, G.A.; SOUSA FILHO, M.S.; FIGUEIREDO, R.W. de.; NASSU, R.T.; SOUSA NETO, M.A.de. M.A. de. Influência da concentração e da proporção fruto: xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v.23, 2003.

TAIPINA, M.S.; TEDESCHI, E.; COHEN, V.H.; TORRE, J.C. de M.D. **Projeto pró banana verde e ipen juntos na pesquisa científica**. Disponível em: <<http://www.brazilhost.com.br/bananaverde/ipen.htm>>. Acesso em: 6 maio 2002.

TEIXEIRA, M.A.V.; CIACCO, C.F.; TAVARES, D.Q.; BONEZZI, A.N. Ocorrência e caracterização do amido resistente em amidos de milho e de banana. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.18, n.2, maio/jul. 1998.

TODAFRUTA. Bananas Bananeiras.. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 10 jan. 2006.

TORRES, L.G.; EL-DASH, A.; CARVALHO, C.W.P.; ASCHERI, J.L.R.; GERMANI, R.; MIGUEZ, M. Efeito da umidade e da temperatura no processamento de farinha de banana verde (*musa acuminata*, grupo aaa) por extrusão termoplástica. **B. Ceppa**. Curitiba, v.23, n.2. p.273-290, jul./dez. 2005.

VAN DE KAMER, J.H.; VAN GINKEL, L. Van. Rapid determination of crude fiber in Cereais. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.29, n.4, p.239-251, July/Aug. 1952.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. de T.; TONZAR, S.M.; FERNANDES, J.G. Produtos de acerola: estudo da estabilidade de vitamina C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.1, jan./abr. 2003.

VILAS BOAS, E.V. de B.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; MENEZES, J.B. Características da fruta. In: MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, I.S. **Banana**: pós-colheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.15-19.

CAPÍTULO 3

ESTABILIDADE DA PRÉ-MISTURA PARA BOLOS DURANTE O ARMAZENAMENTO

RESUMO

BORGES, Antonia de Maria. Estabilidade da pré-mistura para bolos durante o armazenamento. In: _____. **Caracterização e estabilidade de pré-misturas para bolos a base de farinha de banana verde**. 2007. Cap.3, p.71-102. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras –MG.*

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características químicas e microbiológicas da pré-mistura para bolos, constituída de 60% de farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo, por um período de 120 dias e, também analisar as características sensoriais e físicas dos bolos. A pré-mistura manteve inalterados seus teores de vitamina C durante o armazenamento. A umidade, pH e acidez total titulável tiveram variações mínimas. O volume dos bolos diminuiu proporcionalmente ao tempo de armazenamento das pré-misturas. Os atributos sensoriais aparência e textura dos bolos foram influenciados pela substituição da farinha de banana verde, sem alteração no aroma e no sabor dos bolos. A pré-mistura pode ser armazenada por até 90 dias sem comprometer a qualidade física e sensorial dos bolos. Microbiologicamente, a pré-mistura manteve-se estável pelos os 120 dias de armazenamento.

* Orientador: Joelma Pereira (UFLA)

ABSTRACT

BORGES, Antonia de Maria. Stability of the pre-mixture for cakes during the storage. In: _____. **Caracterização e estabilidade de pré-misturas para bolos a base de farinha de banana verde**. 2007. Cap.3, p.71-102. Dissertation (Master in Food Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras –MG.*

The objective of this work was to evaluate the chemical and microbiological characteristics of the cakes pre-mixture, constituted of 60% of green banana flour in substitution to the wheat flour, during a period of 120 days and analyze the sensorial and physical characteristics of cakes too. The pre-mixture kept unchanged its vitamin C purports during the storage. The moisture, pH and total titratable acidity had minimum variations. The volume of cakes diminishes proportionally to the time of storage of the pre-mixtures. The sensorial attributes appearance and texture of the cakes had been influenced by the substitution of the green banana flour, without alteration in the flavor and the taste of the cakes. The pre-mixture can be stored by up to 90 days without compromising the physical and sensorial quality of cakes. Microbiologically, the pre-mixture was remained steady during the 120 days of storage.

* Advisor: Joelma Pereira- UFLA

1 INTRODUÇÃO

A utilização de farinhas compostas, no campo da panificação e confeitaria, possibilita economia quanto ao uso de técnicas. Os derivados proteicos da soja e do milho têm sido muito usados na suplementação ou em substituição parcial da farinha de trigo para a fabricação de pães, biscoitos e macarrão (Guilherme & Lieselotte, 2005).

As farinhas mistas de boa qualidade protéica podem ser adicionadas para fortificar biscoitos, bolos e pães, tornando sua proteína mais balanceada, sem alterar muito sua qualidade tecnológica. Ao formular a farinha mista para uso em panificação e confeitaria, devem-se considerar alguns aspectos para que seja viável a aplicação. Dentre eles, consideram-se as propriedades reológicas da massa e as características físicas, sensoriais e nutricionais das matérias-primas empregadas na formulação. Além disso, os produtos devem apresentar valor nutricional pelo menos igual ao daqueles com farinha de trigo pura e o custo final deve ser igual ou inferior ao preço da farinha de trigo utilizada (Guilherme & Lieselotte, 2005).

Segundo Tibúrcio (2000), na década de 1960, a utilização de farinhas mistas tinha como objetivo a substituição parcial da farinha de trigo para redução das importações desse cereal. Depois, as pesquisas com farinhas mistas foram direcionadas para a melhoria da qualidade nutricional de produtos alimentícios e para suprir a necessidade dos consumidores por produtos diversificados. Vários fatores devem ser considerados na utilização de farinhas mistas para a produção de alimentos, destacando-se cor aceitável, sabor agradável e boa textura.

Entre os produtos de panificação, o bolo vem adquirindo crescente importância no que se refere ao consumo e à comercialização no Brasil, sendo aceito e consumido por pessoas de qualquer idade. Trata-se de um produto obtido pela mistura, homogeneização e cozimento conveniente de massa

preparada com farinhas, fermentadas ou não e outras substâncias alimentícias, como, por exemplo, leite, ovos e gordura. A farinha de trigo constitui o principal componente das formulações, por fornecer a matriz em torno do qual os demais ingredientes são misturados para formar a massa (El-Dash & Camargo, 1982).

Segundo Pavanelli et al. (2007), os bolos, de forma geral, confeccionados a partir de pré-misturas, devem apresentar características essenciais, como textura macia, permanecer inalterado ao longo da vida de prateleira, apresentar superfície uniforme, sem rugosidade ou depressões que prejudiquem a aparência ou que venham a dificultar o recobrimento com coberturas. Além disso, deve ter volume adequado, palatabilidade e sabor agradável e facilidade de processamento tanto industrial como doméstico.

Conforme Borges et al. (2006), as técnicas de processamento e obtenção das misturas prontas para bolo continuam crescendo, pois as exigências dos consumidores por alimentos com qualidade sensorial incentivam o estudo de novos ingredientes para pré-misturas na indústria de alimentos com mudanças na produção, passando de pequena para grande escala.

Neste trabalho, teve-se por objetivos: utilizar a farinha de banana verde para formular uma pré-mistura para bolos com 60% dessa farinha em substituição à farinha de trigo; estudar a estabilidade desta pré-mistura quanto às suas características químicas e microbiológicas e avaliar as características físicas e sensoriais do bolo confeccionado a partir da pré-mistura.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Processamento de Cereais e de Bromatologia da Faculdade de Tecnologia Centec Cariri-CE (FATEC) e no Laboratório de microbiologia do Núcleo Industrial de Tecnologia do Ceará (NUTEC).

Como pré-mistura foi utilizada o tratamento com 60% de farinha de banana verde, pela farinha mista nesta percentagem ter apresentado melhores características farinográficas para a produção de bolos e pelos bolos desta pré-mistura ter sido bem aceito na análise sensorial.

As etapas do processo da pré-mistura de maior aceitação constaram de pesagem dos ingredientes em balança semi-analítica e digital de capacidade 15 kg, preparo da formulação, homogeneização. Após isto a pré-mistura foi seca em estufa de ar forçado a 70°C por 3 horas. Esta secagem foi necessária, pois pré-testes realizados apresentaram rápido desenvolvimento de fungos. O acondicionamento foi realizado em potes de polipropileno com capacidade para 700g. Esta embalagem fechada com tampa plástica apresenta boa resistência quanta às trocas gasosas. O armazenamento foi a temperatura ambiente de 35°C e UR do ar de 25%.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições, sendo os tratamentos constituídos pelos tempos de tratamentos de armazenamento da pré-mistura de 0, 30, 60, 90 e 120 dias. A cada 30 dias, foi feito um sorteio das pré-misturas para as análises físico-químicas (umidade, pH, acidez total titulável, vitamina C) e microbiológicas (coliformes a 45°C, Salmonella sp., Bacillus cereus, fungos filamentosos e leveduras), além da elaboração dos bolos e suas, análises física (volume) e sensorial.

2.1 Obtenção da pré-mistura para bolo

A formulação da pré-mistura para a fabricação dos bolos foi elaborada com 180g de farinha de banana verde, 120g de farinha de trigo, 160g de açúcar, 90g de gordura, 17g de fermento químico, 5g de sal, 5g de sorbato de potássio e 0,86g de propionato de cálcio (Tabela 1).

TABELA 1 Composição da pré-mistura para bolos contendo 60% de farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo.

Ingredientes	Pré-mistura
Farinha de trigo (g)	120
Farinha de banana (g)	180
Açúcar (g)	160
Gordura (g)	90
Fermento químico (g)	17
Sal (g)	5
Sorbato/potássio (g)	5
Propionato de cálcio (g)	0,86
TOTAL	577,86g

Foi utilizada uma balança digital com capacidade para 15 kg para a pesagem da matéria-prima e uma semi-analítica para a pesagem dos ingredientes. Após a pesagem todo o material foi colocado em um recipiente de alumínio capacidade de 20 kg e homogeneizado. Em seguida a pré-mistura foi

colocada em quatro bandejas de alumínio com capacidade de 4 kg e levada à estufa de ar forçado, a 70°C, por 3 horas. Após o tempo de secagem, foi resfriada à temperatura ambiente e acondicionada em potes de polipropileno, com capacidade de 700g e armazenadas, em temperatura ambiente (35°C) e UR do ar a 25%, por 120 dias, conforme o fluxograma apresentado na Figura 1.

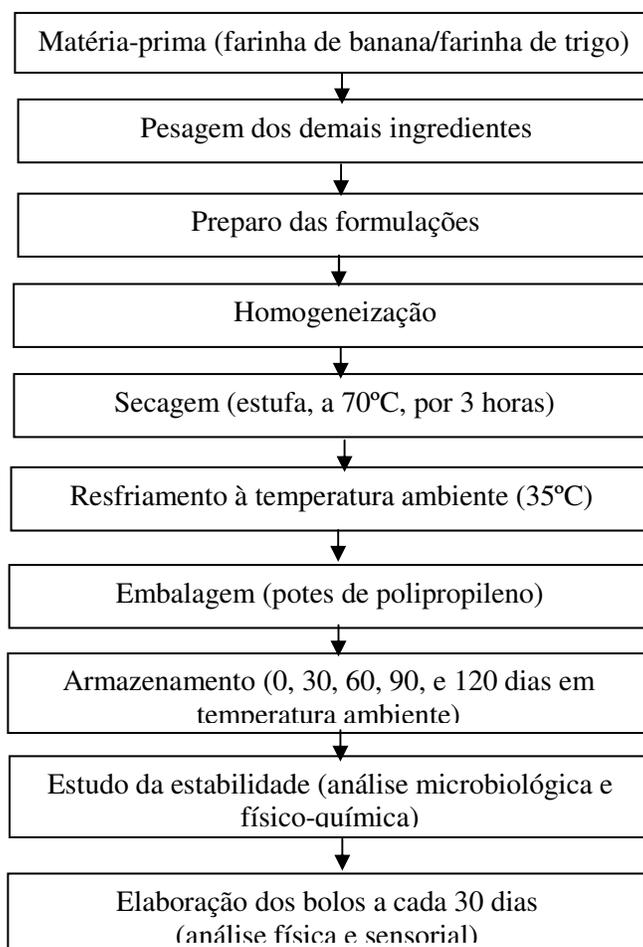


FIGURA 1 Fluxograma geral do processamento da pré-mistura para bolos e das análises microbiológicas, físico-químicas, físicas e sensoriais realizadas.

2.2 Estabilidade da pré-mistura para bolos

O estudo da estabilidade da pré-mistura foi realizado, por um período de 120 dias, por meio de análises microbiológicas, físico-químicas, físicas e sensoriais.

O armazenamento da pré-mistura foi à temperatura ambiente, a 35°C e UR de 25%. A cada 30 dias, foi feito um sorteio ao acaso, das amostras armazenadas, para efetuação das análises de umidade, ATT, pH e vitamina C. A umidade foi analisada pelo método gravimétrico com emprego de calor, em que se determinou a perda de peso do material quando submetido ao aquecimento (105°C) até a obtenção de peso constante, segundo AOAC (1992). A acidez total titulável (ATT) foi medida por titulação do filtrado com NaOH 0,1N, padronizada segundo a técnica estabelecida pelo Instituto Adolfo Lutz (1985) e os resultados expressos em mL de NaOH gastos na titulação. O pH foi determinado por meio de um potenciômetro digital, modelo portátil DM pH-2, Hanna Instruments, segundo a técnica das Normas do Instituto Adolfo Lutz (1985). O conteúdo de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Pearson (1971). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman 640 B. Os resultados foram expressos em mg/100g de peso fresco.

A avaliação microbiológica das pré-misturas para bolos foram analisadas a cada 30 dias, durante 120 dias, por meio das análises de *B. cereus*, coliforme a 45°C, *Salmonella* sp., fungos filamentosos e leveduras, segundo as metodologias propostas por APHA (2001).

Por fim, foram preparados os bolos, os quais tiveram avaliadas as suas características sensoriais e físicas.

2.3 Processamento dos bolos

Os bolos foram elaborados em cada tempo de armazenamento.

A cada 30 dias, foi feito o sorteio da pré-mistura e levada à batedeira Arno e homogeneizada, pelo tempo que variou conforme o tempo de armazenamento (Tabela 2). Foram adicionados 220 mL de leite e três ovos e a batedeira ligada na velocidade dois. Foram pesadas 250g de massa em formas retangulares untadas e levadas ao forno de lastro pelo tempo de 35 minutos, à temperatura média de 180°C. O resfriamento foi em temperatura ambiente.

TABELA 2 Tempos de aeração da massa dos bolos em função do tempo de armazenamento da pré-mistura

Tempo de armazenamento da pré-mistura (dias)	Tempo de aeração da massa (min)
0	7
30	9
60	11
90	15
120	17

2.4 Análise de volume dos bolos

A análise de volume dos bolos foi efetuada pelo método de deslocamento de sementes de painço. Nesse método, o volume do produto é calculado subtraindo-se o volume de sementes colocadas em um recipiente com e sem o produto. Após o assamento, os bolos foram envolvidos em filme plástico de espessura (0,025 mm), a fim de evitar possível aderência ao painço (Griswold, 1972).

2.5 Análises sensoriais

Os bolos foram avaliados sensorialmente pelo teste de aceitação, por meio de degustação, utilizando-se a escala hedônica de nove pontos balanceada, conforme descrito por Dutosky (1996). A ficha utilizada para análise sensorial está apresentada na Figura 1A (Anexo 1A).

O teste foi realizado por 100 provadores não treinados, selecionados ao acaso, durante os 120 dias. A avaliação sensorial consistiu em apresentar aos provadores as amostras codificadas com três dígitos, solicitando que degustassem os bolos e assinalassem na ficha individual, a resposta que melhor refletisse o seu julgamento. A classificação dos julgadores foi transformada em valores numéricos para análise dos resultados.

2.6 Análises estatísticas

Os dados obtidos nas avaliações químicas, físicas, microbiológicas e sensoriais foram submetidos à análise de variância. Quando houve significância dos tratamentos, foi aplicada a análise de regressão para descrever as variáveis em função do tempo de armazenamento da pré-mistura. Nas análises sensoriais, o efeito dos tratamentos foi comparado pelo teste F e, quando houve significância, foi utilizado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para identificar as diferenças. As análises de variância foram realizadas utilizando-se o programa computacional Sisvar (Ferreira, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises da pré-mistura

3.1.1 Umidade

Os valores médios da umidade (Tabela 3) mostram, claramente, que houve uma tendência na estabilidade da pré-mistura, com um valor médio de 4,44%, variando de 4,00% até 4,96% no tempo de armazenamento de 120 dias. O resumo das análises de variância para umidade está na Tabela 2B (Anexo B).

TABELA 3 Valores médios da umidade da pré-mistura, em função do tempo de armazenamento por 120 dias.

Tratamento (tempo/dias)	Umidade (%)
0	4,61
30	4,14
60	4,48
90	4,00
120	4,96

A baixa umidade da pré-mistura deve-se, provavelmente, ao tratamento térmico a 70°C, por 3 horas, ao qual o mesmo foi submetido antes do armazenamento.

A estabilidade da umidade no decorrer do tempo de armazenamento pode ser atribuída à relativa impermeabilidade das embalagens de polipropileno utilizadas. Essas embalagens dificultam as trocas com o ambiente e seu comportamento varia conforme a umidade relativa e a temperatura do local de armazenamento.

3.1.2 pH

Observa-se efeito significativo do tempo de armazenamento sobre os valores da variável pH (Figura 3), com teor mínimo de 6,2 ocorrido aos 80 dias de armazenamento da pré-mistura.

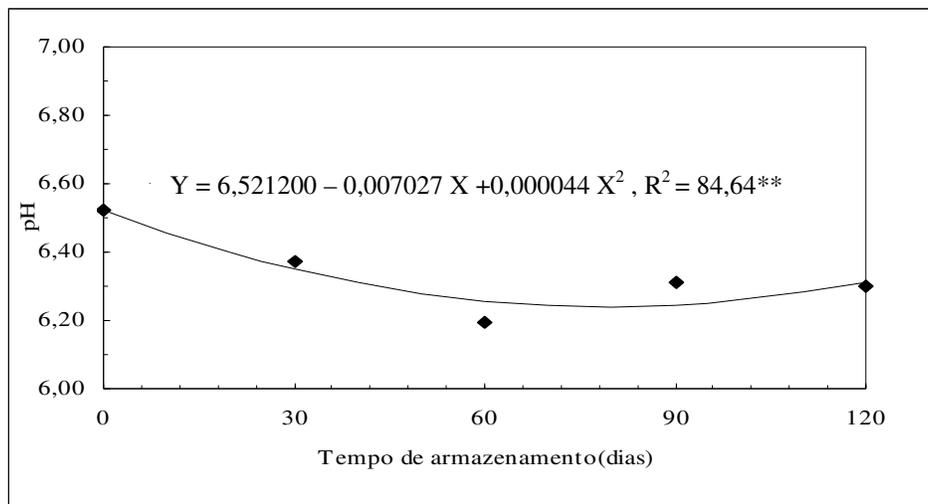


FIGURA 3 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do pH da pré-mistura de 60% de farinha de banana verde e farinha de trigo, em função do tempo de armazenamento.

Esse fato, provavelmente, foi reflexo da composição química da pré-mistura que recebeu adição de sais, apresentando variações significativas. Os

valores de pH na pré-mistura diferenciaram-se significativamente, tendo, no pH no tempo zero, apresentado valor de 6,52 e, no tempo de 120 dias, 6,29. A pequena diminuição nos valores de pH durante o tempo de armazenamento pode ser explicada pelo aumento da concentração de íons H^+ devido à umidade presente e à presença de aditivos, como sorbato de potássio e ácido propiônico. Vários fatores podem ser responsáveis por esse comportamento da redução de pH: a combinação de conservantes, o tipo de embalagem empregada, as condições de processamento térmico e a temperatura ambiente.

Celik et al. (2006) trabalharam com soapwort (*Gypsophila arrostii*) semente rica em gordura com consistência de manteiga, em formulação de bolos encontraram pH na ordem de 7,18 a 7,26.

Conforme Fontes (2005), o valor de pH de um produto expressa apenas o ácido dissociado e que tem o poder de tamponar a solução, enquanto que a acidez total titulável (ATT) expressa a quantidade de ácido presente.

3.1.3 Acidez total titulável (ATT)

Os valores da acidez total titulável da pré-mistura apresentam uma tendência de comportamento conforme Figura 4, com pequenas oscilações, durante os 120 dias de armazenamento.

O valor inicial da acidez na pré-mistura foi de 0,484%, oscilando entre 0,562% e 0,444%. Provavelmente, a presença dos aditivos influenciou bastante o comportamento da acidez do produto.

Devido à combinação de conservantes, o comportamento da acidez titulável manteve-se estável por 60 dias, aumentando aos 90 dias e caindo aos 120 dias. Não há correlação com um decréscimo correspondente no pH, como era de se esperar. Ocorrem, em seguida, um aumento e uma redução nos valores. Parte do comportamento da acidez e do pH no experimento pode ser explicada pelo processamento e pelo armazenamento da pré-mistura.

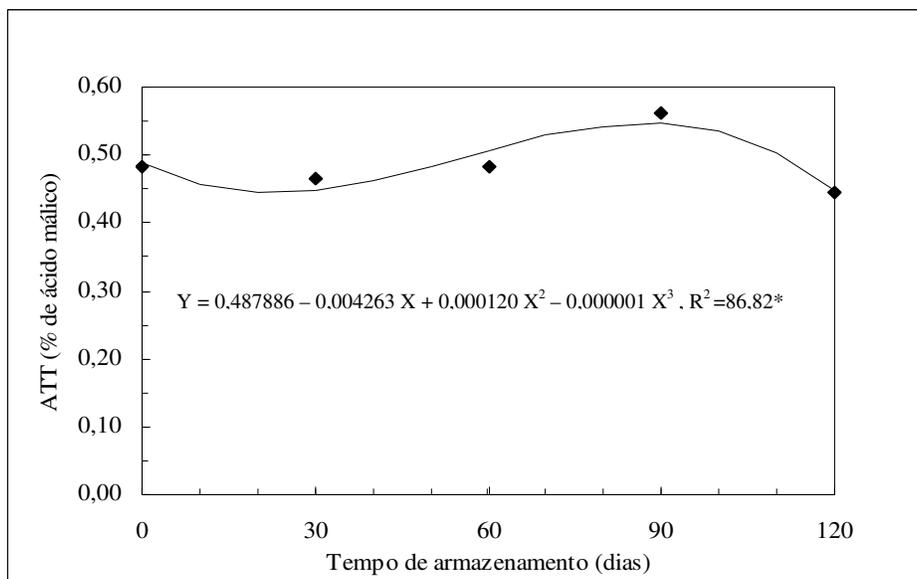


FIGURA 4 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação da ATT da pré-mistura com 60% de farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo, em função do tempo de armazenamento.

A manutenção de valores mais baixos de acidez na pré-mistura, provavelmente, deve-se à redução de ácidos orgânicos que liberam H^+ e de seus sais, o que faz com que o acréscimo na acidez total titulável se altere significativamente.

Segundo Menezes et al. (1998), a oscilação na acidez total titulável pode também estar relacionada com a reação metabólica de enzimas presente nas farinhas, pois quanto maior essa concentração de enzimas, maior o aumento de acidez.

De acordo com Pantástico et al. (1984), citados por Reis (2002), mudanças na acidez durante o armazenamento do produto variam com o grau de ácidos orgânicos presentes e com a temperatura de armazenamento.

3.1.4 Vitamina C

Não foi observado efeito significativo sobre os teores de vitamina C, em função do tratamento tempo de armazenamento. As pré-misturas apresentaram teor médio de vitamina C de 15,43 mg/100g.

Conforme Silva et al. (2006), ocorre diminuição nos teores de vitaminas, principalmente a C, quando o produto é submetido a processamentos sob altas temperaturas.

Segundo Reis (2003), o principal mecanismo que causa perda de vitamina C em alimentos é iniciado pela oxidação do ácido L-ascórbico pelo oxigênio (O₂), catalizada por íons Fe (III) e Cu (II), resultando no ácido dehidroascórbico que retém o potencial vitamínico.

Os teores de vitamina C variam com a fonte de alimento. O consumo de vitamina C recomendado, para um indivíduo é de 45 mg por dia, segundo Anvisa, Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005.

A vitamina C possui múltiplas funções no organismo, sendo necessária para a produção e a manutenção do colágeno nos tecidos fibrosos, promovendo a cicatrização dos ferimentos, fraturas e contusões (Pereira, 2002).

De acordo com Silva et al. (2006), os teores de vitaminas e minerais estão mais presentes nos vegetais e seu teor varia dependendo da espécie, do estágio de maturação na época da colheita, de variações genéticas, do manuseio pós-colheita, das condições de estocagem, do processamento e do tipo de preparação elaborada.

O conteúdo de vitaminas e minerais no alimento in natura e sua estabilidade podem influenciar a qualidade nutricional do alimento processado. A vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico, é muito sensível ao processamento e muito indicada para medir efeitos do processamento na retenção de nutrientes (Silva et al., 2006). O resumo das análises de variância para pH, ATT e vitamina C da pré-mistura com 60% de farinha de banana encontra-se na Tabela 2B (Anexo B).

3.1.5 Análises microbiológicas

Em todos os tempos de armazenamento, no estudo da estabilidade, a pré-mistura atendeu à legislação da Anvisa (2001). Os resultados dos NMP/g de coliformes a 45°C UFC/g, de *Bacillus cereus*, *Salmonella* sp. e de fungos filamentosos e leveduras (Tabela 4) mostram que o tempo de armazenamento da pré-mistura não afetou essas variáveis.

TABELA 4 Resultados do NMP/g de coliformes a 45°C UFC/g, de *Bacillus cereus*, *Salmonella* sp. , fungos filamentosos e leveduras da pré-mistura, em função de bolos elaborados com 60% de farinha de banana verde, em substituição à farinha de trigo.

Tempo em dias	Coliformes a 45°C (NMP/g)	<i>Bacillus cereus</i> (UFC/g)	<i>Salmonella</i> (em 25g)	Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)
0	<3	<10	Ausência	<10
30	<3	<10	Ausência	<10
60	<3	<10	Ausência	<10
90	<3	<10	Ausência	<10
120	<3	<10	Ausência	<10

Quanto ao número de coliformes a 45°C, houve valores abaixo de 10² NMP/g, mostrando que, durante o processamento da pré-mistura, houve a aplicação de técnicas de boas práticas de fabricação. O limite máximo de coliformes a 45°C em pré-misturas permitido pela Anvisa, conforme a Resolução nº 12, de janeiro de 2001, é 10² NMP/g.

Os coliformes são bactérias gram-negativas, anaeróbias facultativas em forma de bastonetes, conhecidas como grupo de coli-aerogenes. O grupo dos coliformes inclui espécies do gênero *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*, além de *E. coli*. Os coliformes são utilizados como microrganismos indicadores de medida de contaminação fecal. Os coliformes fecais são definidos como coliformes capazes de fermentar a lactose em meio EC, com produção de gás, no período de 48 horas, a 45,5°C (Forsythe, 2002).

Para análise de *Salmonella* sp., nenhuma das repetições da pré-mistura apresentou crescimento, atendendo à legislação vigente. O limite máximo permitido pela Anvisa (2001) é ausência de *Salmonella*. De maneira semelhante, Ferreira Neto et al. (2004) trabalharam com armazenamento de farinha de mandioca simples e temperada, por um período de 180 dias e encontraram ausência deste patógeno (em 25g).

Com relação a *Bacillus cereus*, não foi constatada nenhuma contaminação. A legislação determina, para misturas prontas para bolos, um valor máximo permitido de 5x10³ UFC. Portanto, durante os 120 dias, a pré-mistura encontra-se dentro do padrão.

Durante os 120 de armazenamento da pré-mistura, não foram encontrados nenhum fungo e nenhuma cepa de levedura deterioradores da qualidade. A Anvisa (2001) não tem limite para fungos e nem para leveduras em pré-misturas para bolos.

Os resultados sugerem que foi feito um bom controle microbiológico, que o uso de sorbato de potássio indica ser excelente inibidor contra o crescimento de leveduras e fungos filamentosos e que o propionato de cálcio é

um excelente inibidor contra o crescimento de bactérias, leveduras e fungos filamentosos. Ressalta-se que a vida de prateleira da pré-mistura, considerando o aspecto microbiológico, pode se estender por 120 dias de armazenamento.

3.2 Obtenção dos bolos

Uma representação virtual dos bolos obtidos com a pré-mistura armazenada por 0, 30, 60 90 e 120 dias pode ser vista na Figura 5.



FIGURA 5 Bolos obtidos a partir da pré-mistura elaborada com 60% de farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo, com 0, 30, 60, 90 e 120 dias de armazenamento da pré-mistura.

3.2.1 Volume

Houve efeito significativo dos tempos de armazenamento sobre o volume dos bolos, conforme se observa na Figura 6.

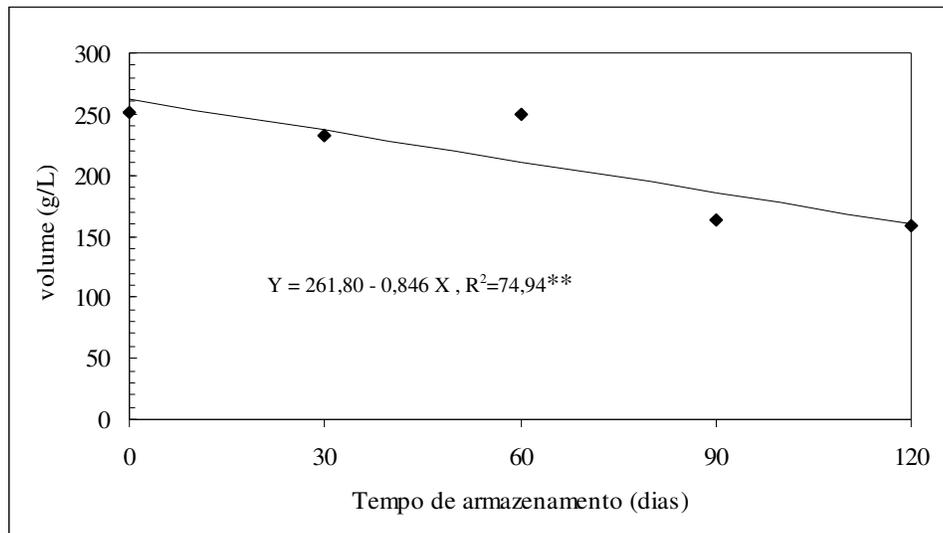


FIGURA 6 Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação do volume dos bolos, em função do tempo de armazenamento da pré-mistura com 60% de farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo.

Observa-se, uma queda linear no volume dos bolos, conforme aumenta os tempos de armazenamento da pré-mistura, com redução média esperada de 0,846 g/L para cada dia de armazenamento da pré-mistura. Considerando que houve um volume ideal na faixa de 200g/L, seu volume será alcançado com um armazenamento de até 73 dias; nos tempos 0, 30 e 60 dias, os bolos apresentaram volumes significativos, entre 261,8, 236,42 e 211,04 g/L, ou seja, os bolos apresentaram bom volume até 60 dias. A redução linear nos valores

185,66 e 160,28 g/L, durante os tempos 90 e 120, mostra queda prejudicial no volume dos bolos. Os bolos obtidos da pré-mistura durante o período de armazenamento sofreram alteração em seu volume, provavelmente relacionada com a reação do fermento químico na massa durante o processo de aeração, com a temperatura de forneamento que influenciou na reação prematura do fermento, ocorrendo perda de gás (El-Dash & Germani, 1994).

O fermento químico utilizado na formulação da pré-mistura pode ter sofrido alguma alteração durante o armazenamento, reduzindo a produção de CO₂ durante a aeração da massa (Medeiros, 2005), resultando em bolos densos de ruptura pesada e pouco volume (Moretto & Fett, 1999).

Moscatto et al. (2004) trabalharam com farinha de yacon em formulações de bolos com 20% e 40% em substituição à farinha de trigo e não encontraram alteração no volume.

Conforme Foegeding (2006), Luck e Davis (2006), o volume dos bolos também está relacionado com a elevação da temperatura de forneamento, a desnaturação protéica e a gelatinização do amido, alterando a firmeza ou provocando colapso em sua estrutura. Não há informações sobre o fato de alguns dos ingredientes da pré-mistura terem reagido com o glúten da farinha de trigo, alterando suas propriedades de extensão e de elasticidade, o que também modificaria o volume e a textura dos bolos.

Segundo Lunardini (2006), a relação do amido e o tempo de gelatinização são importantes para formar a estrutura celular apropriada e o desenvolvimento do miolo dos bolos. Quando a gelatinização do amido ocorre muito rapidamente, o volume dos bolos é muito baixo e as bordas podem se desenvolver muito rapidamente, resultando em bolos que cresçam muito no centro. O volume também pode ser afetado se a gelatinização do amido for inibida ou ocorrer tardiamente, porque as reações de fermentações se iniciam sem a estrutura celular pronta, podendo obter o volume, mas ocorrendo um colapso e encolhendo em seguida.

O armazenamento pode ter propiciado que os grânulos de amido de banana, e até mesmo os da farinha de trigo, fossem danificados. Isso resultaria numa absorção mais rápida de água, com conseqüente redução no tempo do início da gelatinização.

3.2.2 Análise sensorial

Verificaram-se efeitos significativos dos diferentes tempos de armazenamento da pré-mistura sobre as características sensoriais dos bolos. A aplicação do teste de Tukey apresentou resultados que podem ser vistos na Tabela 5. Nota-se que houve algumas diferenças entre os tratamentos.

TABELA 5 Análise sensorial dos bolos elaborados com pré-mistura contendo 60% de farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo, em função do tempo de armazenamento da pré-mistura.

Tempo (dias)	Aparência	Aroma	Textura	Sabor
0	6,89,b	6,46 a	6,81 a b	6,62 a
30	7,11 b	6,76 a	7,10 b	7,02 a
60	6,89 b	6,82 a	6,89 a b	6,87 a
90	6,62a b	6,50 a	6,66 a b	6,36 a
120	5,82 a	5,98 a	5,98 a	6,30 a
CV (%)	6,66	6,99	7,97	6,37
MÉDIA	6,67	6,50	6,71	6,64

Médias seguidas de mesma letra na coluna são iguais, pelo Teste de Tukey (5%)

Quanto à aparência dos bolos, o resultado do armazenamento por 120 dias diferiu do armazenamento nos tempos 0, 30 e 60 dias. O armazenamento por 120 dias poderia ser classificado como ‘gostei pouco’ e os demais, como ‘gostei regularmente’.

No tempo de 120 dias houve menor índice de aparência. Esses resultados indicam que, com o tempo de armazenamento da pré-mistura, houve menor aceitação por parte dos consumidores tomando por base a “aparência do bolo”.

Segundo Miranda (2001), a aparência de um produto exerce papel fundamental na decisão de compra, pois o consumidor seleciona, escolhe e consome o alimento com base nesses parâmetros.

Com relação aos atributos aroma e sabor, não houve diferença significativa durante o estudo da estabilidade de 120 dias da pré-mistura. Os resultados indicam que o percentual de 60% de farinha de banana utilizada na pré-mistura não foi suficiente para ressaltar aroma e sabor de banana nos bolos. Portanto, o tempo de armazenamento da pré-mistura não interfere nos atributos aroma e sabor dos bolos.

Quanto ao atributo textura, verifica-se que foi detectada diferença significativa entre os bolos, ou seja, o tempo de armazenamento da pré-mistura causou efeito na textura dos bolos. No tempo de 30 dias, foi obtida uma média superior, 7,1, à dos demais tratamentos, considerada a melhor textura dos bolos. O bolo obtido da pré-mistura com 120 dias de armazenamento não apresentou uma textura muito boa, pois houve a presença de grumos em algumas regiões e com diversas saliências. Os resultados demonstraram que, com o tempo de armazenamento da pré-mistura, a qualidade dos bolos, referente à aparência e à textura, diminuiu.

Considera-se que, ao se desenvolver um novo produto, um dos pontos fundamentais é avaliar sua aceitabilidade, a fim de prever seu comportamento

em relação ao mercado consumidor, e o armazenamento da pré-mistura modificou as características sensoriais dos bolos.

A textura é um atributo de qualidade muito importante. O conjunto das impressões obtidas na mastigação é determinante para a aceitação ou a rejeição de um produto. Além disso, a textura também influencia a percepção do sabor do produto (Jesus et al., 2005).

De modo geral, observou-se que os bolos apresentaram maior aceitação até 60 dias de armazenamento da pré-mistura, ocorrendo, subseqüentemente, uma diminuição das notas atribuídas. Ao final do período de estocagem, os bolos da pré-mistura com 60 dias destacaram-se, enquanto que, com 120 dias, apresentaram menor qualidade, porém considerando as notas atribuídas, podemos dizer que as pré-misturas armazenadas até 90 dias originaram bolos com boa qualidade sensorial.

4 CONCLUSÕES

A avaliação tecnológica da pré-mistura, composta por farinha de banana e farinha de trigo, revelou características favoráveis à produção de bolos, mantendo suas características físico-químicas com pequenas variações durante os 120 dias de armazenamento em temperatura ambiente. A variação mais expressiva foi observada quanto aos parâmetros de pH, ATT e volume dos bolos.

A estabilidade microbiológica indicou que a pré-mistura encontra-se dentro do padrão e apta para o consumo, conforme a Legislação da Anvisa.

As análises físicas efetuadas nos bolos demonstraram que o armazenamento da pré-mistura com 60% de farinha de banana alterou significativamente a estrutura interna dos bolos, confirmada por valores de volumes variados.

A avaliação sensorial dos bolos indicou boa aceitação. A aparência dos bolos, no armazenamento de 0, 30, 60 e 90 dias, foi melhor do que no armazenamento por 120 dias. O aroma e o sabor não foram influenciados pelos tempos de armazenamento das pré-misturas. A textura do bolo com 30 dias foi melhor do que aos 120 dias de armazenamento da pré-mistura.

É viável a utilização de farinha de banana para a substituição parcial da farinha de trigo, na elaboração de bolos.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <<http://www.e-legis.br/leisref/public/showAct.php?id=> Acesso em : 28 maio 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em: <http://www.abic.com.br/arquivos/leg_resolucao12_01_anvisa.pdf>. Acesso em: 04 maio 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of the Association of the Agricultural Chemists. 15.ed. Washington, 1992.1015p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, Compendium of methods for microbiological examination of foods. 4 ed. 2001. 316 p.

BORGES, J. T. da S.; PIROZI, M. R.; LUCIA, S. M. D.; PEREIRA, P. C.; MORAES, A. R. F. e.; CASTRO, V. C. Utilização de Farinha Mista de Aveia e Trigo na Elaboração de bolos. B.Ceppa, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 145-162, jan./jun. 2006.

CELIK, I.; ILMAZ, Y.; ISIK, F.; ÜSTÜN, Ö. Effect of soapwort extract on physical and sensory properties of sponge cakes and rheological properties of sponge cake batters. 16 February 2006.

DUTOSKY, S. D. Análise sensorial de alimentos/Silvia Debone Dutosky. Curitiba. ed. Champanat.1996.123p.

EL-DASH, A. A.; CAMARGO C. R. O. Fundamentos da tecnologia de panificação. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio e Tecnologia, 1982. 400 p.

EL-DASH, A.; GERMANI, R.. Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinhas mistas na produção de bolos. ed. Ahmed El-Dash, Rogério Germani: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos- Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. v.7, p. 31.

FERREIRA, D.F. Programa Sisvar. Exe: sistema de análise de variância. Versão 3.04. [S.l. s.n], [2000]. Software.

FERREIRA NETO, C.; NASCIMENTO, E. M. do.; FIGUEIREDO, R.M. de.; QUEIRÓZ, A. J.de M. Microbiologia de farinhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) durante o armazenamento. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, n.2, p551-555, mar/abril/2004.

FOEGEDING, E. A.; LUCK, P. J.; DAVIS, J. P. Factors determining the physical properties of protein foams. *Food Hydrocolloids*, v. 20, p. 284-292, 2006.

FORSYTHE, STEPHEN J. Microbiologia da segurança alimentar/Stephen J. Forsythe.; trad.Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt. Porto Alegre: Artmed, 2002. 1.Tecnologia de alimentos- Microbiologia de alimentos.I. FONTES, L. C. B. Uso de solução conservadora e de película comestíveis em maçãs da cultivar Royal gala minimamente processada: Efeito na fisiologia e na conservação. Escola de Agricultura “Luis de Queiroz”. Piracicaba, São Paulo. Junho. 2005.p.132.

GUILHERME, F. F.P.; JOKL, L. Emprego de fubá de melhor qualidade protéica em farinhas mistas para produção de biscoito. *Ciências Tecnologia Alimentos*, vol. 25, nº.1, Campinas Jan./Mar. 2005.

GRISWOLD, R. M. Estudo experimental dos alimentos. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1972. 469p.

INSTITUO ADOLFO LUTZ. NORMAS ANALÍTICAS DO INSTITUTO ADOLFO LUTZ. v.1. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed.São Paulo:IMESP, 1985. 1032 p.

JESUS, S. C. de.; MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. da S.; CARDOSO, R. L. Avaliação de banana-passa obtida de frutos de diferentes genótipos da bananeira. *Agropecuária Brasileira*.v.40. n.6. Brasília. Junho. 2005.

LUNARDINI, A. C. Como melhorar a textura, sabor e performance de produtos em produtos em panificação. Disponível em: <http://www.abam.com.br/revista/revista11/textura.php>. Acesso em 03de Março 2006.

MEDEIROS, M. M. L. Farinha de Trigo, Aditivos e Panificação. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2005.

MENEZES, T. J. B. de.; SARMENTO, S.B.S.; DAIUTO, E. R. Influência de enzimas de maceração na produção de puba. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v.18, n.4. Campinas. Out/Dic. 1998.

MIRANDA, R.B. Avaliação da qualidade de mamões “Papaia” minimamente processados. 2001. Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG. 73p.

MORETTO, E.; FETT, R. Processamento e análise de biscoitos. Varela. S.Paulo, 1999. p. 97.

MOSCATTO, A. J.; FERREIRA, P. H. S.; HAULV, O. C. M. Farinha de yacon e inulina como ingrediente na formulação de bolo de chocolate. *Ciência Tecnologia de Alimentos*; v.24, nº 4, Campinas out/dez. 2004.

PANTÁSTICO, E.B.; LAM, P. F.; KETSA, S.; YUNIARTI, E.; KOSITTRAKUL, M. Postharvest physiology and storage of mango. In: MENDONZA, J. D.B.; WILLS, R.B.H. (Ed). *Mango: fruit development, postharvest physiology and marketing in ASEAN*. Malaysia: 1984.p.111.

PAVANELLI, A.P.; CICHELO, M. S.; PALMA, E.J. Emulsificantes como agentes de aeração em bolos. Disponível em: <http://www.oxiteno.com.br/mercados/doc/documento>. Acesso em 06.06.2007.

PEASOR, DAVID. *The Chemical Analysis of foods*. ed. First American. New York. 1971. p 149.

PEREIRA, G. I. S. Avaliação química e sensorial de queijo enriquecido com folhas de cenoura. Universidade Federal de Lavras. Lavras: UFLA, 2002.77p.

REIS, C. M. F. Manutenção da qualidade de banana “Prata” minimamente processada. Disponível em: www.editora.ufla.br/revista. Lavras: UFLA, 2002.

REIS, K. C. dos. Aplicação de Lactato de Cálcio e ácido ascórbico na conservação de minimilho minimamente processado. Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG. 2003. 61 p.

SILVA, P. T. da.; LOPES, M. L. M.; MESQUITA, L. V. Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geléia. *Ciência e Tecnologia Alimentos*. v. 26. n. 3. Campinas, July/Set. 2006.

TIBURCIO, D.T.S. Enriquecimento protéico de farinha de mandioca com farinha de soja de sabor melhorado: desenvolvimento e avaliação nutricional de um novo produto. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2000. 67 p.

ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1A Modelo da ficha para análise sensorial dos bolos obtidos das pré-misturas com 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de farinha de banana em substituição à farinha de trigo.....	100
ANEXO B	
TABELA 1B Resumo das análises de variância para a escolha do melhor tratamento, com 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de farinha de banana nas pré-misturas.....	101
TABELA 2B Resumo das análises de variância para umidade, pH, ATT e vitamina C da pré-mistura, tratamento com 60% de farinha de banana	101
TABELA 3B Resumo das análises de variância para o volume dos bolos a partir da pré-mistura com 60% de farinha de banana.....	102
TABELA 4B Resumo das análises de variâncias fontes de variação, número de graus de liberdade coeficiente de variação e média para aparência, aroma, textura e sabor referente aos bolos fabricados com pré-mistura de 60% e armazenados por diferentes tempos.	102

ANEXO 1A

“Teste de aceitação dos bolos”

Teste de aceitação

Produto: Bolos

Nome_____ Sexo_____ idade_____ bData_____

Por favor, avalie as amostras, utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou dos bolos. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento quanto aos atributos analisados: aparência, textura, aroma e sabor.

Amostra

9-gostei extremamente

8-gostei muito

7-gostei regularmente

6-gostei pouco

5-não gostei nem desgostei

4-desgostei pouco

3-desgostei regularmente

2-desgostei muito

1-desgostei extremamente

FIGURA 1A Modelo da ficha para análise sensorial dos bolos obtidos das pré-misturas com 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de farinha de banana, em substituição à farinha de trigo.

ANEXO B

TABELA 1B Resumo das análises de variâncias para a escolha do melhor tratamento, com 0%, 15%, 30%, 45% e 60% de farinha de banana nas pré-misturas.

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		Aparência	Aroma	Textura	Sabor
Tratamento	4	2,4476**	0,3796ns	1,3971**	1,9298ns
Erro	20	0,3360	1,0854	0,3831	0,8142
CV (%)		8,84	14,91	9,09	13,04
Média geral		6,5540	6,9860	6,8060	6,9180

*, ** Significativo, a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F; ns não significativo.

TABELA 2B Resumo das análises de variâncias para umidade, pH, ATT e vitamina C da pré-mistura, tratamento 60% de farinha de banana.

Causas de variação	GL	Quadrado médio			
		Umidade	pH	ATT	Vitamina C
Tempo	4	0,7412ns	0,0712 **	0,0100**	1,5733ns
Erro	20	1,3820	0,0079	0,0018	1,3512
CV(%)		26,50	1,40	8,62	7,58
Média geral (%)		4,4356	6,3396	0,4876	15,3372

*, **, ns (Não Significativo), * * Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade e não significativo pelo teste de F.

TABELA 3B Resumo das análises de variâncias para o volume dos bolos a partir da pré-mistura com 60% da farinha de banana.

Causas da variação	GL	Quadrado médio
		Volume
Tempo	4	10744,34**
Erro	20	734,58
CV(%)		12,84
Média geral		211,0400

** Significativo 1% de probabilidade, pelo teste de F.

TABELA 4B Resumo das análises de variâncias fontes de variação, número de graus de liberdade coeficiente de variação e média para aparência, aroma, textura e sabor referente aos bolos fabricados com pré-mistura de 60% e armazenados por diferentes tempos.

Causas de Variação	GL	Características sensoriais			
		Aparência	Aroma	Textura	Sabor
Tempo	4	1,2691**	0,5524ns	0,9629*	0,4894*
Erro	20	0,1968	0,2067	0,2860	0,1178
CV(%)		6,66	6,99	7,97	6,37
Média Geral		6,6660	6,5040	6,7060	6,6340

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de F.