UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ – UFPR
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MÁRIO JOSÉ DE ANDRADE MENDES

DESIDRATAÇÃO EM *DRUM DRYER* DA POLPA DE BANANA *(Musa cavendishii)* VERDE COM CASCA PARA O DESENVOLVIMENTO A FRIO DE RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.

CURITIBA
SETEMBRO – 2014

MÁRIO JOSÉ DE ANDRADE MENDES

DESIDRATAÇÃO EM *DRUM DRYER* DA POLPA DE BANANA *(Musa cavendishii)* VERDE COM CASCA PARA O DESENVOLVIMENTO A FRIO DE RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre, pelo Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná.
Orientador: Prof[a]. Dr[a]. Agnes de Paula Scheer.

CURITIBA

SETEMBRO 2014

M538d Mendes, Mário José de Andrade
Desidratação em Drum Dryer da polpa de banana (Musa cavendishii) verde com casca para o desenvolvimento a frio de recheio de fruta forneável / Mário José de Andrade Mendes. – Curitiba, 2014.
95f. : il. color. ; 30 cm.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, 2014.

Orientador: Agnes de Paula Scheer .
Bibliografia: p. 76-84.

1. Farinha de banana. 2. Plantas - Desidratação. 3. Planejamento experimental. I. Universidade Federal do Paraná. II.Scheer, Agnes de Paula. III. Título.

CDD: 584.39

MÁRIO JOSÉ DE ANDRADE MENDES

DESIDRATAÇÃO EM DRUM DRYER DA POLPA DE BANANA (*Musa cavendishii*) VERDE COM CASCA PARA O DESENVOLVIMENTO A FRIO DE RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Orientadora: Prof[a]. Dr[a]. AGNES DE PAULA SCHEER
Setor de Tecnologia, UFPR

Prof. Dr. CHARLES WINDSON ISIDORO HAMINIUK
Campus Ecoville, UTFPR

Prof[a]. Dr[a]. MICHELE CRISTIANE MESOMO
Campus CEDETEG, UNICENTRO

Dr[a]. DAYANE ROSALYN IZIDORO PLOCHARSKI
NUTRIMENTAL

Curitiba, 22 de setembro de 2014.

Ao grande Mestre Jesus, por sempre orientar e iluminar os meus passos nesta existência.
A minha “vida” esposa amada Maureen, pelo incentivo a busca do conhecimento, apoio e compreensão nas madrugadas e finais de semana.
A Deídre, o nosso “milagrinho”, nossa filha tão amada...
A minha mãe Leila e minha avó Margarida, que sempre me incentivaram a estudar e a buscar novos conhecimentos.

AGRADECIMENTOS

Ao Grande Mestre Jesus que sempre fortaleceu os meus pensamentos nos momentos de dificuldade desta jornada.

A minha esposa Maureen Allage Mendes pelo seu amor, compreensão, grande ajuda ao cuidar do nosso “tesouro” Deídre Allage Mendes e por estar sempre ao meu lado. Te amo!
A minha mãe Leila Regina de Andrade Mendes e minha avó Margarida Meira Andrade que sempre foram pessoas que incentivaram nos meus estudos.

A minha orientadora Prof[a]. Dr[a]. Agnes de Paula Scheer, que me auxiliou neste desafio que tracei na minha trajetória de vida.

A minha co-orientadora Dr[a]. Dayane Izidoro Plocharski pelo seu auxilio nos momentos de indefinições de como prosseguir com o projeto.

A Empresa Nutrimental S/A a fornecer as suas instalações industriais, laboratoriais e de pesquisa para realização do trabalho.

Ao setor de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação da Nutrimental S/A: Adilso Garcia Ritta ao apoio moral para realização deste projeto de vida e na reunião de avaliação de competência no incentivo de finalizar este projeto de vida.

À minha colega de trabalho: Talita Damaris C. Orizzi, obrigada pelo apoio no trabalho no âmbito sensorial.

Às minhas colegas de trabalho Patrícia Cocato, Maria Antonela, Maria Nogueira no auxílio da preparação das amostras geradas pelo delineamento estatístico.

Obrigado pelo apoio e paciência com minhas ausências do trabalho: Rubiele Calixto, Adriani de Lima, Sara Moreira, Lisandra P. Camargo e Karla de Almeida Luiz.

Ao Centro de Microscopia Eletrônica (CME) da UFPR e a Usina Piloto da PUC PR.

Aos meus colegas de turma do mestrado pelos momentos curtos que passamos juntos; muito obrigado por alegrar, contribuir durante os períodos de aula, animar e amparar esse grande período de estudo e de trabalho intenso.

Ao laboratório de físico-química da empresa Nutrimental S/A em disponibilizar as colaboradoras Pricila Santos e Denise Wagner no apoio das diversas análises que compõem o projeto.

OBRIGADO!!!

Aos envolvidos diretamente e indiretamente neste projeto, eu só tenho que agradeçer, profundamente, e dedicar os resultados a cada um.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS ---------- VII
LISTA DE TABELAS ---------- IX
LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS ---------- XI
RESUMO ---------- XIII
ABSTRACT ---------- XIV
1 INTRODUÇÃO ---------- 1
2 OBJETIVOS ---------- 3
2.1. OBJETIVO GERAL ---------- 3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ---------- 3
3 REVISÃO DA LITERATURA ---------- 5
3.1. BANANA(*MUSA CAVENDISHII*) ---------- 5
3.1.1.CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA ---------- 7
3.1.2. FISIOLOGIADO AMADURECIMENTO ---------- 9
3.1.3. O AMIDO DA BANANA VERDE ---------- 14
3.1.4. APLICAÇÃO INDUSTRIAL DA FARINHA DE BANANA VERDE ---------- 15
4 SECAGEM ---------- 16
4.1. SECAGEM EM TAMBOR ROTATIVO“DRUMDRYER” ---------- 16
4.2. TIPOS DE SECADORES DE TAMBOR ROTATIVO (DRUMDRYER) ---------- 18
4.3. MODELOS DE ALIMENTAÇÃO ---------- 19
5 RECHEIOS ---------- 21
5.1. DEFINIÇÃO DE RECHEIOS ---------- 21
5.2. TIPOS DE RECHEIOS ---------- 21
5.3. AMIDOS MODIFICADOS ---------- 23
5.3.1. APLICAÇÕES NO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL ---------- 24
5.3.1.1. AMIDO ACETILADO ---------- 24
5.3.1.2. AMIDO FOSFATADO ---------- 24
5.3.1.3.CELULOSE MICROCRISTALINA (CMC) ---------- 25
6 MATERIAL E MÉTODOS ---------- 28
6.1. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA ---------- 28
6.2. DESENVOLVIMENTO DA POLPA DE BANANA VERDE COM CASCA ---------- 28

6.3. DESENVOLVIMENTO DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA ------- 30
6.3.1. DISTRIBUIÇÃOGRANULOMÉTRICA ---------- 32
6.3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA ---------- 32
6.3.2.1.DETERMINAÇÃODAAMILOSE ---------- 33
6.3.2.2. DETERMINAÇÃO DO AMIDO RESISTENTE ---------- 35
6.4. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE PASTA ---------- 39
6.5. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA ---------- 40
6.6. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA ---------- 41
6.7. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA ---------- 41
6.8. DETERMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA ---------- 41
6.9. DESENVOLVIMENTO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL --------- 41
6.9.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL COMPOSTO CENTRAL ---------- 41
6.9.2. ELABORAÇÃO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL. ---------- 44
6.9.3. DETERMINAÇÃO DA ESTABILIDADE TÉRMICA ---------- 46
6.9.4. DETERMINAÇÃO DE TEXTURA ---------- 47
6.9.5. AVALIAÇÃO SENSORIAL ---------- 47
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO ---------- 48
7.1. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA ---------- 48
7.1.1. BANANA VERDE COM CASCA ---------- 48
7.2. CARACTERIZAÇÃODAFARINHADEBANANAVERDECOMCASCA ---------- 48
7.2.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA ---------- 48
7.2.2. AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA ---------- 50
7.3. DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA ---------- 51
7.4. PROPRIEDADE DE PASTA DA FARINHA DE BANANA VERDE ---------- 51
7.5. MICROSCOPIAELETRÔNICADEVARREDURA(M.E.V) ---------- 52
7.6. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS ---------- 53
7.7. PROCESSAMENTO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL ---------- 54
7.7.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL ------ 54
7.7.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL ---------- 55

7.7.3. TEXTURA DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL ---------- 66
7.7.4. ESTABILIDADE TÉRMICA DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL ---------- 68
7.7.5. AVALIAÇÃO SENSORIAL ---------- 68
8 CONCLUSÕES ---------- 73
8.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS ---------- 74
8.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS ---------- 74
REFERÊNCIAS ---------- 76
APÊNDICE ---------- 85
ANEXOS ---------- 90

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – PARTICIPAÇÃO DOS PAÍSES NA PRODUÇÃO MUNDIAL DE BANANA - AGOSTO 2013. ----------5
FIGURA 2 – PARTICIPAÇÃO DAS REGIÕES BRASILEIRAS NA PRODUÇÃO DE BANANA 2013. ----------6
FIGURA 3 – PARTICIPAÇÃO DAS REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ NA PRODUÇÃO DE BANANA – 2012. ----------6
FIGURA 4 – CLASSIFICAÇÃO DA BANANA DE ACORDO COM O GRAU DE MATURAÇÃO. ---------- 10
FIGURA 5 – MODELOS DE ALIMENTAÇÃO PARA SECADORES DE TAMBOR. -- 20
FIGURA 6 – PROCESSAMENTO DE MANUFATURA DA CELULOSE MICROCRISTALINA.---------- 26
FIGURA 7 - PARTÍCULAS DE CELULOSE MICROCRISTALINA. ---------- 26
FIGURA 8 - DIAGRAMA DE OBTENÇÃO DA POLPA DE BANANA VERDE COM CASCA---------- 29
FIGURA 9 - DIAGRAMA DE OBTENÇÃO DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA.---------- 31
FIGURA 10 – DIAGRAMA DE DETERMINAÇÃO DE AMIDO RESISTENTE --------- 38
FIGURA 11 - CURVA DE VISCOSIDADE TÍPICA DO RVA.---------- 40
FIGURA 12 – DIAGRAMA DE OBTENÇÃO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.---------- 46
FIGURA 13 – CURVA MÉDIA DE PROPRIEDADE DE PASTA EM RVA DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA. ---------- 52
FIGURA 14 – MICROGRAFIA DOS GRÂNULOS DE AMIDO DE BANANA VERDE OBTIDO POR SECAGEM EM TAMBOR ROTATIVO (A) E POR SECAGEM EM SPRAY (B). ---------- 53
FIGURA 15 - GRÁFICO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DO MODELO QUADRÁTICO RELATIVO A ESCOAMENTO (MM) NA TEMPERATURA DE 190ºC.---------- 62

FIGURA 16 - GRÁFICO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DO MODELO CÚBICO RELATIVO A FORÇA DO GEL (GRAMAS) NA TEMPERATURA DE 20°C.---------- 63
FIGURA 17 – GRÁFICO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DO MODELO CÚBICO RELATIVO A FORÇA DE RUPTURA (GRAMAS), NA TEMPERATURA DE 20ºC.---------- 64
FIGURA 18 - GRÁFICO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DO MODELO QUADRÁTICO RELATIVO ELASTICIDADE (MM), NA TEMPERATURA DE 20°C. ---------- 65
FIGURA 19 - CURVA MÉDIA DE TEXTURA DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL. ---------- 67
FIGURA 20 – ESTABILIDADE TÉRMICA DO RECHEIO FORNEÁVEL. ---------- 68
FIGURA 21 - VISÃO GRÁFICA GLOBAL DOS ATRIBUTOS DOS RECHEIOS DE FRUTA COMERCIAL E PROTÓTIPO PELO ADQ. ---------- 70
FIGURA 22- ATRIBUTOS DE APARÊNCIA E ODOR DOS RECHEIOS DE FRUTA COMERCIAL E PROTÓTIPO.---------- 70
FIGURA 23 - ATRIBUTOS DE SABOR DOS RECHEIOS DE FRUTA COMERCIAL E PROTÓTIPO. ---------- 71
FIGURA 24 - ATRIBUTOS DE TEXTURA DOS RECHEIOS DE FRUTA COMERCIAL E PROTÓTIPO ---------- 71

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO E VARIEDADES DE BANANAS SEGUNDO LINNEU E SEGUNDO SIMMONDS E SHEPHERD (1955). ----------8
TABELA 2 - COMPOSIÇÃO DE BANANAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO. ---------- 14
TABELA 3 - VARIÁVEIS E NÍVEIS DE VARIAÇÃO DO EXPERIMENTO. ---------- 42
TABELA 4 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL CENTRAL COMPOSTO PARA TRÊS VARIÁVEIS E DOIS NÍVEIS. ---------- 43
TABELA 5 - PROPORÇÃO DOS INGREDIENTES INALTERADOS NO RECHEIO DE FRUTA. ---------- 44
TABELA 6 – PADRONIZAÇÃO DA POLPA DE BANANA VERDE COM CASCA PARA ELABORAÇÃO DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA. ----- 48
TABELA 7- COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA. UTILIZADA NA ELABORAÇÃO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL. ---------- 49
TABELA 8 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA UTILIZADA PARA ELABORAÇÃO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL. ---------- 50
TABELA 9 - DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA UTILIZADA NA ELABORAÇÃO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL. ---------- 51
TABELA 10 - RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA. ---------- 53
TABELA 11 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL. ---------- 54
TABELA 12 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL. ---------- 54
TABELA 13 - TRATAMENTOS OBTIDOS PELO DELINEAMENTO CENTRAL COMPOSTO DO RECHEIO DE FRUTAFORNEÁVEL ---------- 45

TABELA 14 - MODELO DE REGRESSÃO COM AS VARIÁVEIS CODIFICADAS E COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO (R^2) PARA AS RESPOSTAS.-- 61
TABELA 15 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO MODELO PARA AS RESPOSTAS A ESCOAMENTO (MM) A 180°C, FORÇA DO GEL (G) A 20°C, FORÇA RUPTURA (G) A 20C, ELASTICIDADE (MM) A 20°C.---------- 66
TABELA 16 – CURVA MÉDIA DE TEXTURA DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.---------- 67
TABELA 17 - MÉDIAS DE INTENSIDADE DA ESCALA DE 10 PONTOS PARA CADA DESCRITOR, PARA O TESTE DE ADQ.---------- 69

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

AOAC	Association of official analytical chemists.
AACC	Associação americana de químicos de cereais.
ABNT	Associação brasileira de normas técnicas.
ABERC	Associação brasileira das empresas de refeições coletivas.
ADQ	Análise descritiva quantitativa.
AFBV	Associação brasileira de fomento a banana verde.
ANVISA	Agência nacional de vigilância sanitária
ANOVA	Análise de variância
AMG	Amiloglicosidase
APHA	American public health association
AR	Amido resistente.
CEASA	Central de abastecimento S.A.
CEPPA	Centro de pesquisa e processamento de alimentos.
CMC	Celulose microcristalina
ConA	Concanavalina A
DE	Dextrose equivalente
DMSO	Dimetil sulfóxido
EMBRAPA	Empresa brasileira de pesquisa agropecuária
FAO	Food and agriculture organization of the united nations
FAEP	Federação da agricultura e pecuária
FAT	Fibra alimentar total
FIB	Food ingredient brasil
FBVC	Farinha de banana verde com casca
GOPOD	Glucose oxidase/peroxidase (reagente
GL	Grau de liberdade.
IAL	Instituto adolfo lutz
IBGE	Instituto brasileiro de geografia e estatística
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
QM	Quadrado da média
QV	Quebra de viscosidade.
PE	Polietileno.

PUC PR	Pontifícia universidade católica do paraná
PBVC	Polpa de banana verde com casca
PV	Pico de viscosidade
RD692	Codificação do amido de milho acetilado - fornecedor Ingredion
RD712/ULTRA TEX	Codificação do amido de milho fosforilado - fornecedor Ingredion.
RDC	Resolução da diretoria colegiada
R^2	Coeficiente de correlação
RVA	*Rapid visco analyser*.
RPM	Rotação por minuto
SQ	Soma dos quadrados
SEAB	Secretaria de estado de agricultura e do abastecimento
SIMABESP	Sindicato da indústria de massas alimentícias e biscoitos no estado de São Paulo.
SBRT	Sistema brasileiro de respostas técnicas.
TR	Tendência a retrogradação
U.I	Unidade Internacional
UFC	Unidade formadora de colônias
VI	Viscosidade inicial

RESUMO

Existe um interesse crescente no estudo e desenvolvimento de matrizes alimentícias com aplicação de farinha de banana verde sem casca, em virtude da comprovação dos benefícios funcionais e de farinha de banana verde com casca para minimização de desperdício na cadeia produtiva da banana. O presente trabalho teve como objetivo estudar a aplicação da farinha de banana verde com casca, no processo a frio de obtenção de recheio de fruta forneável. A polpa de banana verde com casca da variedade *Caturra* “Nanica” *(Musa Cavendish)* foi submetida ao processo de secagem em tambor rotativo simples para obtenção da farinha de banana verde com casca. No ingrediente seco foi realizado a análise de composição química e microbiológica, teor de amilose e amido resistente, capacidade de absorção de água, propriedade de pasta por análise em RVA e análise de microscopia eletrônica de varredura. A secagem em tambor rotativo simples reduziu drasticamente a quantidade de amido resistente e gerou amido pré-gelatinizado. No entanto, a farinha apresentou características físicas e nutricionais que proporcionaram a sua aplicação no desenvolvimento a frio do recheio de fruta forneável. As quantidades definidas pelo delineamento central composto da farinha de banana verde com casca, o sistema de estabilização e outros ingredientes presente no desenvolvimento a frio do recheio forneável formaram uma estrutura de gel elástica, altamente viscosa e estável ao forneamento. Com a formulação do recheio de fruta definida foi obtido a atividade de água com o valor máximo de 0,66, 78° de Brix e na análise de textura nos aspectos de força de gel 0,051kg ± 0,01, força de ruptura 0,202kg ± 0,09, elasticidade 0,011mm ± 0,005 e adesividade – 0,630kg·s ± 0,103. A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) foi utilizada para traçar os perfis sensoriais levantados por 10 julgadores selecionados e treinados. Os resultados da ADQ foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Média de Tukey, a nível de significância $p \leq 0,05$. A metodologia sensorial possibilitou qualificar 19 atributos sensoriais e quantificá-los matematicamente.

Palavras chaves: Farinha de banana verde com casca, tambor rotativo simples e delineamento experimental.

ABSTRACT

There is growing interest in the study and development of food matrix with application of green banana flour with and without peel. It happens due the evidence of functional benefits and reducing waste in the production chain of banana. The present subject purposed to study the application of green banana flour peel, in the making by cold process, oven stable fruit filling. The green banana pulp with peel, variety Caturra "Nanica" (*Musa Cavendish*) was drying by single to obtain a flour. The dried flour was analyzed for its chemical and microbiological composition, amylose and resistant starch content, water absorption capacity, pasting properties by RVA analysis and scanning electron microscopy.The drying by single drum dryer reduced drastically the amount of resistant starch and produced pre-gelatinized starch. However, the green banana flour peel showed physical and nutritional characteristics that provided its application in the development of cold oven stable fruit filling. The quantities defined by central composite design of green banana flour peel, the stabilization system and other ingredients in this development cold process, oven stable fruit filling breed a highly viscous and elastic gel structure oven stable. The formulation's fruit filling defined was analyzed the water activity with maximum value 0.66, 78 Brix and texture analysis in the aspects of gel strength 0,051kg ± 0.01, breaking strength 0,202kg ± 0.09, elasticity 0,011mm ± 0.005 and adhesiveness 0.103 ± 0,630kg • s. The Quantitative Descriptive Analysis (ADQ) was used to set the sensory profiles remark by ten people selected and trained. The results of the ADQ were subjected to analysis of variance (ANOVA) and Tukey's Test Average, the level of significance $p \leq 0.05$. The sensory methodology enabled qualify 19 sensory attributes and quantify mathematically them.

Key words: green banana flour peel, single drum dryer and experimental design

1 INTRODUÇÃO

A produção mundial de banana é de 107 milhões de toneladas (FAO, 2013) e o Brasil ocupa a quinta colocação (IBGE, 2012), sendo que a bananicultura é a 9ª cultura mais importante do país, ocupando o segundo lugar em volume de frutas produzidas. Na produção nacional menos de 3% são exportados (FAO, 2009) e aproximadamente 40% são perdidos somente na fase pós-colheita. A principal causa dessa perda é a falta de cuidados na comercialização, incluindo desde a falta de embalagens até a má conservação das estradas, além de problemas na cadeia do frio (EMBRAPA, 2009). Portanto, apesar de ser um grande produtor mundial do fruto, o Brasil apresenta um índice de desperdício bastante elevado. Uma alternativa que vem ganhando corpo desde o início da década de 1970 consiste no aproveitamento de certas frutas como matéria-prima para a produção de alimentos perfeitamente passíveis de serem incluídos na alimentação humana, como farinha de polpa de banana. Trata-se, sem sombra de dúvidas, de uma proposta plausível e concreta, visto que esses resíduos representam extraordinária fonte de materiais considerados estratégicos para algumas indústrias brasileiras (OLIVEIRA *et al*., 2002). O aproveitamento além de reduzir a poluição ambiental, pode agregar valor ao produto, diminuir o custo de industrialização e, por conseguinte, o preço de produto e aumentar as oportunidades de trabalho nas fábricas (GIOVANNINI, 1997).

Atualmente as agroindústrias investem no aumento da capacidade de processamento, gerando grandes quantidades de subprodutos, que em muitos casos são considerados custo operacional para as empresas e fonte de contaminação ambiental. Como este material é geralmente propenso a degradação microbiológica, entregá-los na sua forma natural seria um risco à saúde pública. Entretanto, se processados corretamente poderiam ser, perfeitamente, utilizados (BARTHOLO, 1994; MEDEIROS et al., 2009).

Conforme o SBRT (2006), as farinhas de bananas podem ser obtidas de secagem natural ou artificial, através de bananas verdes ou semiverdes das cultivares, por exemplo, Prata, Terra, Nanica. Quando adequadamente processadas podem ser utilizadas na categoria de produtos de panificação. Sua qualidade

depende de vários fatores incluindo matéria-prima, método de secagem, técnicas de procedimentos e forma de armazenamento.

O mercado de produtos de panificação, mas especificamente biscoitos recheados, que corresponde a 27% da produção total do mercado brasileiro (SIMABESP, 2012), é uma categoria com potencial para utilização do ingrediente farináceo de banana verde com casca aplicado em recheios forneáveis.

Os recheios para o segmento de panificação abrange uma grande variedade de produtos. Eles compreendem os recheios simples à base de pectina com pouco ou nenhuma estabilidade ao assamento; os recheios com baixos teores de sólidos e elevados teores de frutas; homogêneos, preparações cremosas industrializadas à base de purês de fruta; os recheios de biscoito com alto teor de sólidos, que suportam um assamento intenso.

As vantagens dos recheios são a disponibilidade o ano todo; condições de armazenamento simples; longa vida de prateleira e manuseio simples.

Os recheios forneáveis são de dois tipos, os desenvolvidos para estabilidade ao forneamento e os desenvolvidos para aplicação a frio no produto já assado. Eles devem ser manipulados facilmente e garantir a qualidade sensorial e tecnológica durante o processo.

Os recheios forneados combinados com a massa suportam altas temperaturas e sem perda de qualidade, em razão do papel significativo dos estabilizantes, tais como, os mix de amidos e a celulose microcristalina. (KUNTZ, 1997).

No presente trabalho o delineamento central composto foi aplicado para determinação da influência na textura ao interagir o sistema estabilizante com a farinha de banana verde com casca e os demais ingredientes da formulação do processamento a frio do recheio de fruta forneável.

As parametrizações envolvidas no processo de secagem e a aplicação da farinha de banana verde com casca na matriz alimentícia - recheio de fruta forneável foi importante para analisar e compreender melhor o fenômeno, justificando assim, o desenvolvimento do presente trabalho.

2 OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Desidratar em tambor rotativo simples – *single drum dryer* a polpa de banana (*Musa cavendishii*) verde com casca para o desenvolvimento a frio de recheio de fruta forneável.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Avaliar a composição química, incluindo o teor de amido resistente e de amilose da farinha de banana verde com casca, seca em tambor rotativo simples – *single drum dryer.*

b) Analisar microbiologicamente a farinha de banana verde com casca, para aplicação no recheio de fruta forneável.

c) Determinar a melhor parametrização operacional de secagem em tambor rotativo simples – *"single drum dryer"* para farinha de banana verde com casca.

d) Verificar a morfologia da farinha de banana verde com casca, seca em tambor rotativo simples – *"single drum dryer"*.

e) Determinar a capacidade de absorção de água da farinha de banana verde com casca, seca em tambor rotativo simples – *"single drum dryer"*.

f) Determinar a viscosidade de cozimento da farinha de banana verde com casca pelo Rapid Visco Analyser (RVA).

g) Otimizar pelo delineamento central composto para o desenvolvimento a frio do recheio de fruta forneável.

h) Determinar a estabilidade ao escoamento do recheio de fruta ao processo de forneamento.

i) Determinar os aspectos de textura (força do gel, força de ruptura, elasticidade, e adesividade) do recheio de fruta forneável através do uso de um texturômetro.

j) Realizar análise descritiva quantitativa – ADQ do recheio de fruta forneável.

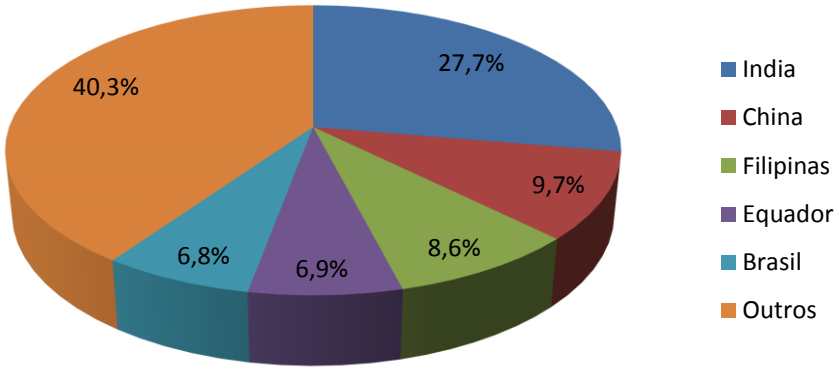
3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1. BANANA (*MUSA CAVENDISHII*)

A Banana (*Musa cavendishii)* originária do Continente Asiático, pertencente à família Musaceae é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo explorada na maioria dos países tropicais (SOUSA et al., 2003).

O Brasil é o quinto maior produtor mundial de bananas e plátanos, com produção de 7.400.000 t em 2013, em área plantada de 504.000 ha (FAO, 2013). A Figura 1 demonstra a participação percentual dos países na produção mundial de banana.

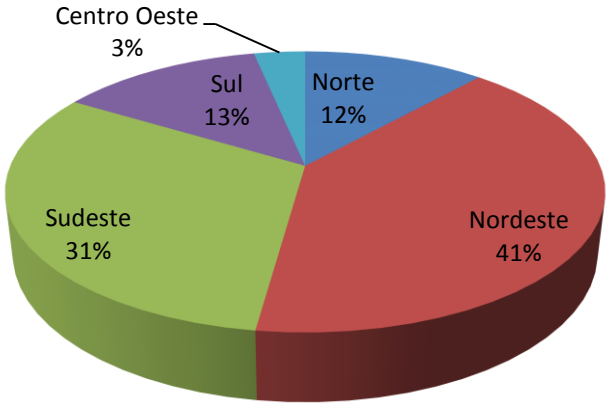
FIGURA 1 – PARTICIPAÇÃO DOS PAÍSES NA PRODUÇÃO MUNDIAL DE BANANA - AGOSTO 2013.



FONTE: FAO, 2013.

No Brasil é cultivada, desde a faixa litorânea até os planaltos do interior. As regiões produtoras de maior destaque são o Vale do Ribeira no Estado de São Paulo, Jaraguá do Sul em Santa Catarina, Janaúba no Norte de Minas e Petrolina/Juazeiro no Nordeste. As variedades mais difundidas são: Prata, Pacovan, Prata-Anã, Maçã, Mydore, Terra e D' Angola, além da Nanica e Nanicão (OVANDRO-MARTINEZ, 2009). A Figura 2 demonstra a produção brasileira por regiões em 2013.

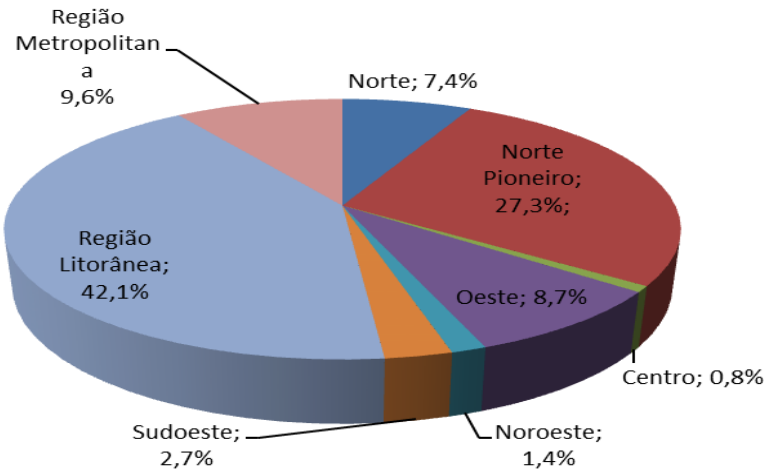
FIGURA 2 – PARTICIPAÇÃO DAS REGIÕES BRASILEIRAS NA PRODUÇÃO DE BANANA 2013.



FONTE: IBGE 2013.

A produção de banana no Estado do Paraná em percentual está representada na Figura 3, sendo que os maiores percentuais de banana produzidas em 2012 estão nas regiões litorâneas, e norte pioneiro.

FIGURA 3 – PARTICIPAÇÃO DAS REGIÕES DO ESTADO DO PARANÁ NA PRODUÇÃO DE BANANA – 2012.



FONTE: SEAB (2012).

Embora o Brasil seja um dos maiores produtores de banana, a bananicultura nacional enfrenta sérios problemas na pós-colheita, isso limita sua inserção no mercado internacional. Além dos problemas inerentes à produção, um dos maiores fatores restritivos à exportação é a baixa tecnologia de manejo pós-colheita.

Os atributos de qualidade são influenciados pelas variedades, condições climáticas e práticas culturais. Manejos inadequados na colheita e na pós-colheita aceleram os processos de senescência afetando sensivelmente a qualidade e limitando ainda mais o período de comercialização (AZZOLINI, 2004).

Do total de bananas produzidas no país, aproximadamente 40% são perdidos somente na fase pós-colheita. As principais causas são: o manuseio excessivo e o uso de embalagens não adequadas, como as caixas de madeira que, além de causar sérios problemas de contaminação dos frutos, são pouco econômicas. O transporte dos frutos também é inadequado. O uso de caminhões com sistema de refrigeração no transporte de banana ainda é muito incipiente, assim como o uso de refrigeração nos supermercados, segmento mais exigente em qualidade de fruto (EMBRAPA, 2008).

Em setembro de 2003, foi criada a Associação Brasileira de Fomento à Banana Verde (AFBV), para difundir o uso da banana verde ou a *biomassa*, como nova fonte na produção de alimentos e com a proposta de combater a fome, a desnutrição e o desperdício na produção da fruta. Além disso, procurar unir os vários segmentos da sociedade, envolvendo a produção, a agricultura, os serviços, os pesquisadores e consumidores, para expandir o Agronegócio (ABERC, 2005).

No âmbito do Município de São Paulo, criou-se um projeto de lei em que ficou obrigada a utilização de *biomassa* de banana verde como base para a preparação de no mínimo um item que componha as refeições distribuídas por albergues, creches e escolas (SÃO PAULO, 2003).

3.1.1. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA

De acordo com a nomenclatura criada por Linneu (1735) e Minhoto (2006), as bananas pertencem à classe Monocotyledoneae, ordem Scimitales, família Musaceae e subfamília Musoideae, que possui dois gêneros: o gênero Musa, com o

maior número de espécies e onde se encontram os frutos comestíveis e de interesse tecnológico e o gênero *Ensete* com frutos ornamentais. As variedades do gênero Musa apresentam cerca de 30 espécies com frutos de polpa abundante e desprovidos de sementes (CRUZ, 1995).

O sistema de classificação adotado para as bananeiras de frutos comestíveis baseia-se no trabalho de Simmonds e Shepherd (1955), que utilizaram um método de notas para indicar as contribuições relativas de duas espécies selvagens (*M. acuminata e M. balbisiana*) na constituição genética de uma determinada cultivar (VILAS BOAS et al., 2001). Da combinação desses genomas resultam os grupos AA, BB, AB, AAA, AAB, ABB, AAAA, AAAB, AABB, ABBB, diplóides, triplóides ou tetraplóides (DANTAS; SOARES FILHO, 1997). Na Tabela 1, é apresentada a classificação histórica de Linneu e a classificação de Simmonds e Shepherd (1955) para as principais variedades de banana comercializadas.

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO E VARIEDADES DE BANANAS SEGUNDO LINNEU E SEGUNDO SIMMONDS E SHEPHERD (1955).

Classificação	Variedades
SEGUNDO LINNEU	.
Musa cavendishii.	Nanica (Caturra), Nanicão, Grand-naine, Baé, Anã, China e Cambota.
Musa sapientum.	Marmelo, Ouro, Prata, Maçã, Branca, Caru-roxa, Caru-verde, São Tomé, Figo e Santa Maria.
Musa paradisíaca.	Da Terra, Farta-velhaco, Pacová, Comprida ou Chifre de boi.
SEGUNDO SIMMOND	
Grupo diploide. Acumiata AA.	Banana ouro.
Grupo triplóide. Acumiata AAA.	Nanica, Nanicão, Gros-michel, Caru-roxa, Caru-verde.
Grupo triploide. Híbrido natural AAB.	Terra, Maçã, Pacová e Prata.
Grupo triploide. Hibrido natural ABB.	Marmelo.

FONTE: BORGERS (2003).

Os cultivos mais difundidos no Brasil são as do grupo Prata (Prata, Pacovan e Prata-Anã), a do grupo Nanica (Nanica ou Caturra, Nanicão e Grande Naine) e Maçã.

Os estudos com novas variedades têm se intensificado em função da possibilidade de extinção de algumas delas, devido à vulnerabilidade ao ataque de fungos. Aprecia-se muito a variedade Nanica, altamente susceptível ao mal da

Sigatoka Negra, portanto a variedade Nanicão vem gradativamente substituindo a Nanica por apresentar maior resistência e maior produtividade, além de apresentar características sensoriais bastante semelhantes à Nanica. (FÁVARO, 2003; AGRIANUAL, 2003).

3.1.2. FISIOLOGIA DO AMADURECIMENTO

O amadurecimento é o resultado de mudanças complexas que ocorrem no fruto. As principais mudanças que podem ser observadas são: aumento de taxa respiratória, aumento na produção de etileno, aumento na concentração de açúcares, solubilização das substâncias pécticas, degradação de pigmentos, aumento na concentração de fenólicos e ácidos, produção de voláteis, variações nos teores de enzimas, vitaminas, minerais e mudanças na permeabilidade dos tecidos (CHITARRA e CHITARRA, 1994).

Na banana estas alterações são bem definidas, já que se trata de uma fruta climatérica, ressaltando-se, como fenômeno metabólico de maior importância, a respiração. Essa respiração apresenta características marcantes, sendo o pico climatérico o momento de maior liberação de CO_2 pela fruta, marcando o início de senescência da mesma (SILVA et al., 2006).

Segundo Bleinroth (1995), praticamente toda transformação na aparência, textura e composição química da banana durante o amadurecimento se deve, direta ou indiretamente, à ação de determinadas enzimas.

A banana é uma fruta de padrão respiratório climatérico, caracterizado pelo aumento da taxa respiratória e da produção do etileno durante o climatério, podendo então ser colhida antes do completo amadurecimento. É na fase do climatério que se iniciam as principais alterações sensoriais da fruta, tais como pigmentação amarela da casca, amaciamento da polpa e alterações de sabor e aroma, que se tornam característicos da fruta madura (MEDINA; PEREIRA, 2004).

As principais características das bananas que sofrem transformações durante o amadurecimento são:

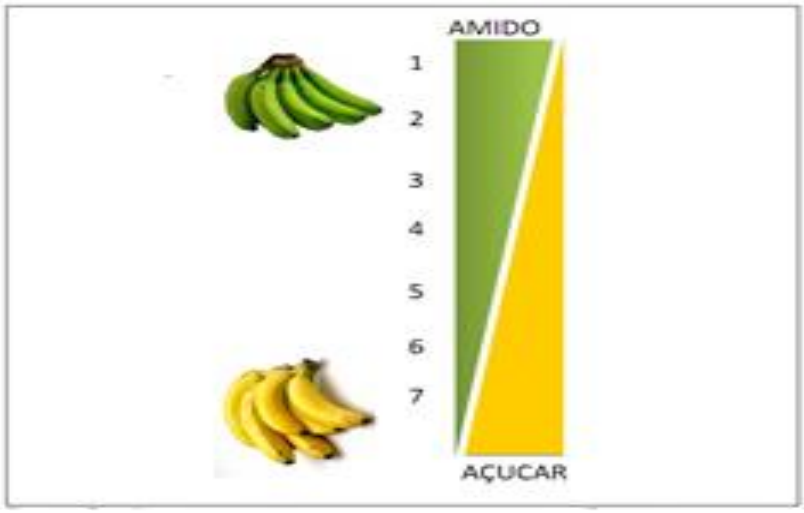
Relação polpa/casca – Durante a maturação da banana, a massa da polpa aumenta continuamente devido à absorção da água da casca e até mesmo do

engaço (suporte que sustenta o cacho de bananas). Com isso, a casca perde massa. A relação polpa/casca pode ser considerada como índice de maturação da banana, também conhecido como coeficiente de maturação. A alteração deste índice é bastante rápida: enquanto na banana verde é de 1,3 a 1,4, na madura pode chegar a 2,0 (BLEINROTH, 1995).

Coloração – A casca da banana apresenta coloração que vai do verde ao amarelo na fase de maturação devido à presença de clorofila, xantofila e caroteno. Dois outros pigmentos são encontrados no protoplasma da célula: os flavonóides e as antocianinas. A quantidade de clorofila encontrada na fruta verde é de 52 a 103 mg/kg de casca. O teor de xantofila tem demonstrado ser maior que o de caroteno, estando entre 5 a 7 mg/kg de casca, enquanto que o caroteno é encontrado na proporção de 1,5 a 3,5 mg/kg. No decorrer da maturação, a clorofila é gradualmente destruída pela ação enzimática e o caroteno e a xantofila tornam-se cada vez mais evidentes (BLEINROTH, 1995).

A cor da casca é um bom indicativo do grau de amadurecimento da banana (MEDINA; PEREIRA, 2004). Von Loesecke (1950) classificou o amadurecimento da banana em sete pontos de escala de maturação de acordo com a cor da casca (Figura 4). Já Lii; Chang; Young (1982) estudaram as transformações que ocorrem durante o amadurecimento das bananas e relacionaram o conteúdo de amido e açúcares totais conforme a cor da cascas.

FIGURA 4 – CLASSIFICAÇÃO DA BANANA DE ACORDO COM O GRAU DE MATURAÇÃO.



FONTE: Adaptado de FAEP – Hortiqualidade, Cartilha de Classificação de frutas (2010).

LEGENDA:

1 - Totalmente verde;

2 - Verde com traços amarelos;

3 - Mais verde que amarelo;

4 – Mais amarelo que verde;

5 - Amarelo com a ponta verde;

6 - Todo amarelo;

7 - Amarelo com áreas marrons.

Textura – A polpa de banana é composta por um grande número de pequenas células. Na banana verde, cada uma dessas células possui uma rígida membrana composta principalmente de substâncias insolúveis, conhecidas como protopectina, em cujo interior encontram-se numerosos grânulos sólidos de amido.

O amaciamento verificado ao longo do amadurecimento da fruta é um reflexo da degradação coordenada de amido e compostos da parede celular, notadamente substâncias pécticas e hemiceluloses e do aumento de umidade da polpa em razão de trocas osmóticas com a casca (VILAS BOAS et al., 2001).

A solubilização de substâncias pécticas é mediada pela ação da enzima poligalacturonase, responsável pela hidrólise de ligações glicosídicas na protopectina. A ação dessa enzima é precedida pela ação da pectinametilesterase, enzima que catalisa a desmetilação dos ésteres metílicos dos ácidos poligalacturônicos. Outras enzimas da parede celular também atuam coordenadamente no amaciamento da banana (VILAS BOAS et al., 2001).

Segundo Menezes e Draetta (1980), na polpa da banana, a protopectina insolúvel sofre um decréscimo de 0,3 - 0,5% da massa e a pectina solúvel mostra um aumento correspondente. O teor de celulose (2 - 3% da massa) e de hemicelulose (8 - 10% da massa), na polpa da banana verde, também diminui com o amadurecimento.

Teor de umidade – Durante a maturação, a umidade da polpa aumenta ligeiramente, devido às transformações que os carboidratos sofrem, e é utilizada na

hidrólise do amido. Em geral, a polpa da banana verde apresenta um teor de umidade de 70%, em média. Esse valor é elevado para 75% quando a fruta está completamente madura (BLEINROTH, 1995).

Sólidos totais e solúveis – Os sólidos totais da banana apresentam uma pequena redução à medida que a fruta amadurece o que é atribuído à absorção de água pela polpa. No entanto, os sólidos solúveis aumentam rapidamente com a maturação da fruta, em decorrência da degradação do amido (BLEINROTH, 1995).

Carboidratos – A alteração mais perceptível em relação à maturação da banana, que ocorre na polpa, é a transformação do amido em açúcares. A banana verde contém um alto teor de amido, em torno de 20%, que, durante a maturação, é convertido pelas enzimas amilolíticas em açúcares. Há predominância de glicose e frutose (de 8 a 10% da polpa) e da sacarose (de 10 a 12%), além de outros açúcares presentes em menores quantidades (BLEINROTH, 1995).

Acidez – A banana caracteriza-se por apresentar uma baixa acidez quando verde que aumenta com o amadurecimento até atingir um máximo, quando a casca está totalmente amarela, para em seguida decrescer. Considera-se que na banana verde o ácido oxálico predomina sobre os ácidos málico e cítrico, porém, este ácido diminui com o amadurecimento, dando lugar ao ácido málico, como o mais importante (BLEINROTH, 1995). Para esses autores, o pH da fruta verde varia de 5,0 a 5,6 e na banana madura de 4,2 a 4,7. Dentro desses limites podem ocorrer variações nas diferentes variedades de banana.

Sais minerais – A banana é rica em sais minerais, destacando-se o potássio, o fósforo, o cálcio, o sódio e o magnésio. Em menores quantidades, encontram-se o ferro, o manganês, o iodo, o cobre, o alumínio e o zinco. Os sais minerais apresentam pequena variação com o amadurecimento da fruta, sendo sempre um pouco maior nas bananas verdes que nas maduras (BLEINROTH, 1995).

Vitaminas – A vitamina C atinge seu máximo teor (0,15 a 0,20 mg/100g de matéria seca) na primeira fase de maturação, isto é, na coloração verde-amarelada, decrescendo rapidamente à medida que vai surgindo a cor amarelada (0,10 a 0,11 mg) e atinge a proporção mais baixa quando a fruta apresenta manchas marrons na casca. Com a vitamina A ocorre o inverso, ou seja, há o aumento do seu teor durante

a maturação de 160 – 200 U.I. para 450 – 500 U.I. em 100 g de matéria seca (BLEINROTH, 1995). Borges (2003) encontrou a mesma tendência de diminuição da vitamina C e aumento do β-caroteno (pró-vitamina A). Esse autor verificou também o aumento da vitamina B1 e a diminuição da B6 durante o amadurecimento da banana.

Adstringência – A polpa da fruta verde é rica em compostos fenólicos solúveis, principalmente taninos, que, por meio de ligações cruzadas com as proteínas do interior da boca, causam a sensação de adstringência. À medida que a fruta amadurece, ocorre a polimerização desses compostos fenólicos, com a consequente diminuição na sensação de adstringência, ao mesmo tempo em que ocorre o aumento na doçura e na acidez (MENEZES; DRAETTA, 1980; VILAS BOAS et al., 2001). Bleinroth (1995) relata que, em algumas cultivares, tais como a Prata, os compostos fenólicos chegam a quase desaparecer quando a fruta está muito madura.

Segundo Lii, Chang e Young (1982), ao investigarem as mudanças que ocorrem durante o amadurecimento de bananas, encontraram diminuição do teor de amido e aumento dos teores de açúcares redutores e de sacarose à medida que a maturação evoluiu do estádio 1 ao 7 (conforme a cor da casca), como mostrado na Tabela 2. Os autores verificaram também que houve um pequeno aumento na temperatura de gelatinização do amido, à medida que a maturação evoluiu.

Ditchfield e Tadini (2002) avaliaram bananas da variedade Nanicão em 8 diferentes estádios pelos seguintes parâmetros: pH, sólidos solúveis (ºBrix), firmeza em texturômetro TA-XT2i e acidez titulável expressa em porcentagem de ácido málico. Os autores concluíram que o melhor parâmetro para determinar o estádio de maturação da banana foi a firmeza que caiu muito rapidamente do estádio 1 para o 2 (25,66 N para 13,75 N) e deste para o estádio 3 (5,3 N), mantendo a tendência de queda até atingir valor de 0,8 N no estádio 8. A relação °Brix/acidez também forneceu um bom parâmetro para o estádio de maturação, enquanto que o pH e a acidez titulável não foram considerados adequados pois apresentaram valores semelhantes nos estádios iniciais e finais de maturação. Os sólidos solúveis se mantiveram praticamente constantes após o estádio 3 de maturação.

TABELA 2 - COMPOSIÇÃO DE BANANAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.

Estádio	Cor da casca	Amido	Açúcares redutores	Sacarose	Temperatura de gelatinização
-	-	%	%	%	°C
1	Totalmente verde	61,7	0,2	1,2	74-81
2	Verde	58,6	1,3	6,0	75-80
3	Verde com traços amarelos	42,4	10,8	18,4	77-81
4	Mais verde que amarelo	39,8	11,5	21,4	75-78
5	Mais amarelo que verde	37,6	12,4	27,9	76-81
6	Amarelo com as pontas verdes	9,7	15,0	53,1	76-80
7	Todo amarelo	6,3	31,2	51,9	76-83

FONTE: LII et al. (1982).

3.1.3. O AMIDO DA BANANA VERDE

Kayisu e Hood (1981),) e Jane et al. (1994) definiram o formato dos grânulos de amido das diferentes variedades de banana como oval ou elíptico com presença de picos e o maior eixo medindo de 6 a 80 μm, em geral entre 20 e 60 μm. Peroni et al. (2007) também verificaram que, nos primeiros estádios de amadurecimento (entre zero e 17 dias após a colheita), o grânulo de amido da banana Nanicão apresenta superfície lisa e formato oval ou elíptico. Para Lii, Chang e Young (1982), o amido das bananas da espécie *Cavendishii*, que inclui a variedade Nanicão, é muito irregular na forma e no tamanho. Bello-Pérez et al. (2005) verificaram, por

micrografia, que os grânulos de amido da *Musa paradisiaca* têm formato predominantemente lenticular, com alguns pequenos grânulos em formato esférico. Espinoza-Solis; Jane; Bello-Pérez (2009), estudando a mesma espécie de banana também definiram os grânulos de amido como de formato lenticular, com a maior dimensão média de 40 µm e a menor de 20 µm.

Zhang et al. (2005) verificaram que a funcionalidade dos amidos depende da relação amilose/amilopectina, da massa molecular, das propriedades do grânulo e de outros componentes (lipídios e proteínas) ligados a esses grânulos. Enquanto os amidos de cereais apresentam teores de amilose na faixa de 20 a 25%, Kayisu e Hood (1981) reportaram que o teor de amilose do amido de banana é de 16%, Lii, Chang e Young (1982), reportaram como sendo 19,5% para a espécie C*avendishii* e Garcia e Lajolo (1988), cerca de 17% para a mesma espécie.

A funcionalidade tecnológica dos amidos está muito relacionada às suas características de gelatinização e de formação de pasta. Quando aquecido em água, o grânulo de amido intumesce gradativamente até perder sua cristalinidade ao atingir a temperatura de gelatinização. Durante a fase de intumescimento, os grânulos de amido se rompem e a parte da amilose e da amilopectina é solubilizada. A rede formada pelas frações intactas do amido bem como pelos grânulos intumescidos e fragmentados é responsável pelas características de viscosidade e do gel formado. A habilidade da amilose em retrogradar rapidamente e da amilopectina em retrogradar mais lentamente dá origem a diferentes tipos de géis e afeta a textura dos produtos ao longo do tempo (ZHANG et al., 2005).

3.1.4. APLICAÇÃO INDUSTRIAL DA FARINHA DE BANANA VERDE

Uma das formas de aproveitamento como ingrediente industrial nos últimos anos é a produção de farinha de banana verde, que apresenta alta viabilidade técnica e econômica. Este mercado decorre destas farinhas apresentarem consideráveis teores de amido total (73,4%) e de amido resistente (17,5% do total de amido) (JUAREZ-GARCIA et al., 2006).

A aplicabilidade industrial da farinha de banana verde no desenvolvimento de produtos para diversos segmentos alimentícios visa na substituição dos ingredientes

básicos das formulações de diversos produtos, entre eles, pão de forma, barra de cereais, pré-mistura para bolos e biscoito.

Em formulações de pão de forma foram substituídas de 10% e 20% da farinha de trigo por farinha de banana verde e os demais ingredientes que compõem a formulação de pão de forma não sofreram alterações (ORMENESE, 2010).

Segundo Ormenese (2010), barras de cereais foram formuladas com 10% e 20% de farinha de banana verde em substituição à aveia em flocos finos e em flocos laminados, aos flocos de arroz e de milho e à banana passa

Uma pré-mistura para bolo foi elaborada com 60% de farinha de banana verde em substituição à farinha de trigo e manteve suas características físico-químicas com pequenas variações para umidade e vitamina C, durante os 120 dias de armazenamento em temperatura ambiente (BORGES et al, 2007).

Na fabricação de biscoitos, o principal ingrediente a farinha de trigo foi substituído parcialmente (10%, 20% ou 30%) ou totalmente pela farinha de banana verde (FASOLIN et al., 2007).

4 SECAGEM

Para Ormenese (2010), a matéria-prima sendo uma fruta, o processo de secagem deve preceder o de moagem, sendo que diversos tipos de secadores podem ser empregados, para a obtenção de farinha. Na seleção do processo/equipamento, além da forma física (fruta inteira, pedaços, suco, polpa ou purê), as propriedades químicas da matéria-prima, as características físicas e nutricionais desejadas para o produto final, as condições de operação necessárias e os respectivos custos também devem ser considerados.

Para a secagem de líquidos ou purês, uma técnica que pode ser empregada é a secagem em tambor rotativo, que é o caso da secagem da polpa de banana verde com casca deste trabalho.

4.1. SECAGEM EM TAMBOR ROTATIVO “DRUM DRYER”

Segundo Greensmith (1971), um secador de tambor rotativo compreende um ou mais rolos ou cilindros alimentadores que são ocos e equipados de modo que um

meio de aquecimento, geralmente vapor ou água em alta temperatura ou um fluido térmico, possa ser distribuído através deles. Os rolos ou cilindros alimentadores são montados para rodar em torno do eixo de simetria, e são acionados com um variador de velocidade. Algum tipo de dispositivo de alimentação é utilizado para aplicar uma camada uniforme do material a ser secado sobre a superfície do tambor quente. O produto seco é removido do cilindro por uma faca raspadora e reduzido em folhas ou escamas. A maneira de remoção do produto é devidamente posicionada na proximidade do abastecimento do produto, de modo que é utilizado para secar a maior parte do perímetro do cilindro e a perda de calor causada pela superfície livre permanece sem importância (KNEULE, 1966).

Segundo Kneule (1966), os elementos essenciais que influenciam no fenômeno de secagem são:

a) o vapor de alta pressão para produzir alta temperatura no cilindro, permitindo uma elevada velocidade de secagem.

b) a aderência, a qual depende de várias propriedades do produto (a umidade, a tensão superficial e a viscosidade), mas em alguns casos o produto sofre também a influência da concentração.

Para assegurar um filme uniformemente distribuído, a espessura da camada não deve exceder certo limiar que depende da natureza do produto. No caso de camadas espessas o tempo de secagem é prolongado, e existe o risco de sobreaquecimento do produto em contato com a superfície do cilindro, que por vezes prejudica a qualidade sensorial e nutricional do produto final. Já para os produtos sensíveis a alta temperatura deve ser depositada uma camada fina, permitindo uma rotação em alta velocidade.

Os secadores de tambor são equipados de coifas com exaustão natural ou forçada, para coletar e esgotar a água vaporizada durante a operação de secagem. A remoção bem sucedida dos vapores evita reumedecimento do produto seco (VANARSDEL e WALLACE, 1964).

Segundo Mujumdar e Menon (1995) a capacidade de evaporação do secador de tambor “*drum dryer”* é de 6 a 20 kg H_2O/h.m^2 e o consumo de energia é de 3.200

a 6.500 kJ/kg de água evaporada. Os autores esclarecem que os valores são aproximados e baseados em dados reais.

4.2. TIPOS DE SECADORES DE TAMBOR ROTATIVO (DRUM DRYER)

Os secadores de tambor podem apresentar unidades de tambor simples ou duplo. Cada tambor é construtivamente robusto e suporta uma faixa de pressão interna de vapor de 400 kPa a 700 kPa. O seu diâmetro pode variar de 2 a 6 metros e o comprimento de 3 a 4,5 metros para equipamentos padrões.

No caso de um secador de tambor simples, a alimentação, normalmente está localizada na parte superior e a lâmina raspadora a 300º de uma revolução do tambor. O tempo de secagem é de aproximadamente 20 segundos, para uma alimentação com 80% de umidade, e a obtenção de produto seco em torno de 6 a 7% de umidade (GREENSMITH, 1971).

Segundo Greensmith (1971), o secador de tambor duplo possui dois cilindros localizados paralelamente e operando com um espaçamento ajustado para controlar a espessura da camada de produto na alimentação. A alimentação é situada em cima através de uma tubulação, que desloca longitudinalmente entre os dois cilindros girando separadamente um do outro, um para o sentido horário e o outro anti-horário. Os rolos de alimentação podem ser de três a cinco em cada tambor, que giram ao longo da superfície dos tambores, para uniformizar a espessura do produto na superfície do tambor.

O vapor de água, a faixa de 400 kPa a 700 kPa no interior dos tambores, produz um calor intenso na superfície, eliminando a umidade do produto em poucos segundos, entre o abastecimento e as lâminas raspadoras. O produto seco é retirado sob a forma de uma película fina, que é descarregada em uma rosca transportadora que a transforma em flocos ou pó grosseiro. (KNEULE, 1966).

No presente trabalho, para o desenvolvimento da farinha de banana verde com casca foi utilizado para a secagem o tambor rotativo simples – *“single drum dryer”*.

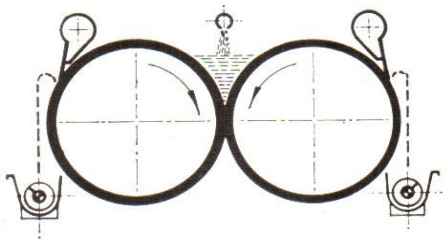
4.3. MODELOS DE ALIMENTAÇÃO

Segundo Vanarsdel e Wallace (1964), há uma variedade de dispositivos empregados para aplicação de uma camada uniforme de produto sobre o tambor de secagem. O secador de tambor simples é abastecido convencionalmente pela parte inferior. O cilindro, simplesmente, é mergulhado em um recipiente com o produto de abastecimento, sob constante agitação para assegurar a uniformidade. Alimentos que não toleram a exposição prolongada ao calor podem ser providos por imersão a partir de um tanque, que constantemente é abastecido com produto fresco. Quando uma alimentação de imersão não é satisfatória, vários dispositivos de rotação podem ser usados para espalhar ou pulverizar o produto de abastecimento para a superfície do tambor a fim de obter uma camada uniforme.

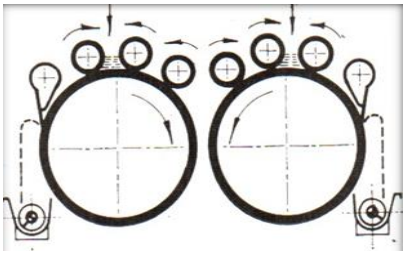
Os líquidos pouco viscosos são abastecidos a partir de um tubo perfurado localizado entre os dois tambores do secador. Para líquidos viscosos, ou para aqueles que contêm quantidades excessivas do ingrediente em suspensão, o abastecimento pode compreender um tubo oscilante que deposita entre os dois tambores do secador. Na Figura 5 estão mostrados os diversos modelos de alimentação para os secadores de tambor rotativo.

O modelo de alimentação “rolos aplicadores múltiplos para secadores de tambor simlpes”, foi o utilizado, no presente trabalho, para a farinha de banana verde com casca.

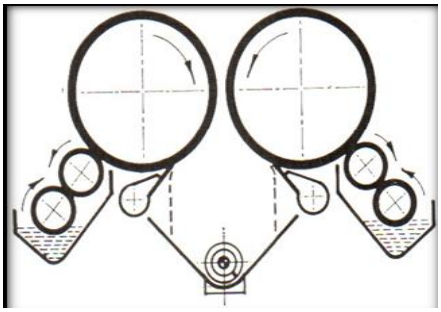
FIGURA 5 – MODELOS DE ALIMENTAÇÃO PARA SECADORES DE TAMBOR.



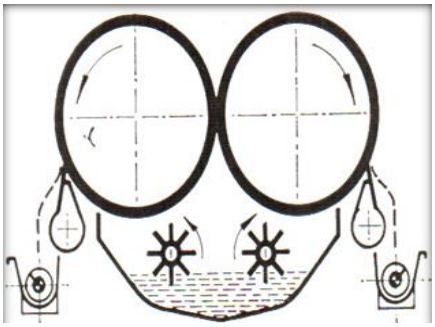
"NIP FEED" – Alimentação mais simples, adequado para leite e outros materiais.



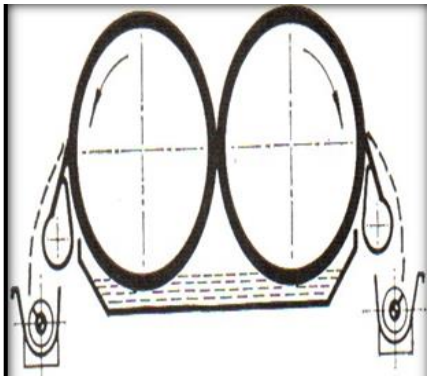
"FEED ROLL" – Alimentação para materiais pegajosos e viscosos como o amido e farinha.



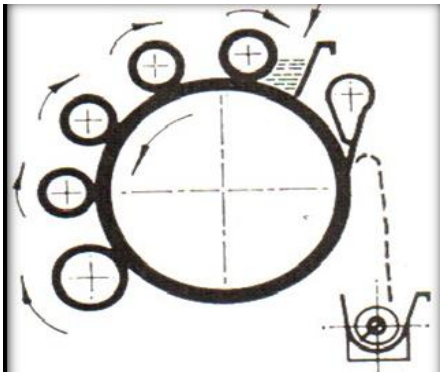
"DOUPLE APPLICATOR ROLL" – Alimentação para materiais sensíveis ao calor. O material está em contato com o rolo quente no menor tempo possível.



"SPLASH FEED" - Alimentação para materiais com uma elevada taxa de sedimentação.



"DIP FEED" - Usado para algumas suspensões de sólidos, normalmente com a recirculação do material na bandeja.



"ROLOS APLICADORES MÚLTIPLOS NO SECADOR DE TAMBOR ROTATIVO" - Usado para aumentar a espessura do filme de cereais, flocos de

FONTE: VANARSDEL E WALLACE (1964).

5 RECHEIOS

5.1. DEFINIÇÃO DE RECHEIOS

Recheio, nada mais é do que uma mistura, preparado culinário destinado a rechear certos tipos de alimentos, seja ele salgado ou doce. (PASQUALLI, 2007)

5.2. TIPOS DE RECHEIOS

Segundo Pasqualli (2007), os recheios diferem entre si nos sabores e em características físico-químicas, dependendo da necessidade do cliente e da aplicação a que se destina, podendo ser classificados em:

a. Recheios (normais) – apresentam textura curta e cremosa, ideal para aplicação em bolos já assados, sem escorrer ou formar fio, por processo de injeção ou cobertura. Podem ou não conter sementes pequenas;

b. Recheios *light* – são os recheios que não levam açúcar em sua formulação, utilizando como base o sorbitol. Tendem a ser menos viscosos e estáveis que os recheios normais;

c. Recheios com pedaços de fruta – são recheios cuja parte de fruta é total ou parcialmente adicionada na forma de pedaços ou sementes grandes, que permanecem visíveis após o processo de fabricação. Tais produtos destinam-se apenas a aplicação por cobertura, uma vez que os pedaços ou sementes não passam pelos bicos injetores;

d. *Selecta tops* – são preparados para recheios e coberturas, muito similares aos recheios de bolo, fornecidos em embalagens menores, para sorveterias e confeitarias. Tendem a ser pouco mais viscosos que os recheios de bolo, para que escorram menos das aplicações em superfície. Em geral possuem mais glicose que os recheios de bolo para não congelarem quando aplicados em sorvetes e podem ir ao forno com determinadas massas. Podem ou não conter pedaços ou sementes;

e. Recheios forneáveis – são recheios específicos para aplicação em biscoitos que passarão pelo forno, tipo goiabinha, que precisam de alta estabilidade

no produto final, mantendo a crocância da massa. Para isso, precisam ter uma baixa atividade de água, alto brix e consistência bem mais firme, por exemplo, do que os recheios de bolo;

f. Recheios tipo geléia – são recheios elaborados com hidrocolóides termoreversíveis, para aplicação como cobertura de biscoitos tipo tortinhas. Devem ter baixa atividade de água e são aplicados à quente, quando fluidos, ficando firmes depois de esfriarem;

g. Recheios especiais – englobam outros tipos de recheios, com características específicas para cada cliente, como por exemplo: recheios para bala e recheios para bombom.

Segundo Rock e Hansen (1999), os recheios de frutas são produzidos de forma que possam ser bombeados através de técnicas de processamento a quente, em razão do alto teor de sólidos (faixa de 60-65%).

No entanto, a indústria alimentícia desenvolveu um processo alternativo para a preparação de recheios, conhecido como tecnologia de processamento a frio, que não requer a adição de qualquer calor significativo na fabricação do produto. Deste modo, a não adição de calor para o processo, sob a forma de vapor ou de energia elétrica, resulta em uma diminuição substancial de energia. Em recheios de fruta com alto teor de sólidos, o aquecimento durante o processo geralmente é demorado. Além disso, há perda das características de frescor na etapa de cocção, levando à necessidade de aromatização e pigmentação para realçar o sabor, o odor e a aparência do produto final (ROCK e HANSEN,1999).

Rock e Hansen (1999) utilizaram o estabilizante alginato na tecnologia de processamento a frio. O recheio de fruta formava um gel com consistência elevada e a matriz deste gel tinha a limitação de ser robusta e incapaz de apresentar uma textura cremosa.

A estabilidade é uma necessidade substancial no forneamento de recheios de fruta por processamento a frio, devendo permitir o controle da consistência e textura de recheio, com alto teor de sólidos e em vários níveis de pH.

O sistema de estabilização inclui uma mistura, com pelo menos 10% da massa total de amidos de milho modificados pré-gelatinizados, para controlar a consistência, fluidez, viscosidade e textura do recheio de fruta.

5.3. AMIDOS MODIFICADOS

O sistema de estabilização por amidos modificados combinados demonstra a importância da aplicação nos alimentos processados. A modificação do amido realça ou inibe propriedades inerentes, apropriadas para aplicações específicas, conseguindo alterar consistência, poder aglutinante, incrementar estabilidade, melhorar a palatabilidade, geleificar, dispensar e turvar. De modo a se tornarem apropriados para sua incorporação como ingrediente dos alimentos (ORDÓNEZ, 2005).

As modificações podem ser classificadas, como químicas, físicas, enzimáticas ou combinadas, o que é diferenciado de acordo com o tipo de processamento a ser realizado. (SOUZA; ALMEIDA E NETTO, 2013).

Considerando os custos dos amidos modificados, Muccillo (2009) verificou que, de maneira geral, produtos mais sofisticados e onerosos levam amidos modificados e em contrapartida, produtos mais populares têm, em suas formulações, amidos nativos.

Segundo Souza, Almeida e Neto (2013), a interação do amido modificado com outros ingredientes/aditivos na matriz alimentícia gera efeitos nas características de inchamento do amido e na viscosidade final da pasta. Os ácidos rompem as ligações hidrogeniônicas, permitindo um inchamento mais rápido dos grânulos. Os sólidos solúveis interferem ao captar a água necessária para a hidratação do amido e permitir o inchamento. As gorduras e proteínas tendem a revestir o amido, o qual retarda a hidratação e consequentemente diminui a velocidade no desenvolvimento da viscosidade.

No presente trabalho foi adicionado um sistema de estabilização que compõem uma mistura de amidos de milho modificado (acetilado e fosfatado), pré-

gelatinizado, com característica de gelificantes e espessantes, e celulose microcristalina coloidal.

5.3.1. APLICAÇÕES NO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.

5.3.1.1. AMIDO ACETILADO

Os amidos acetilados, com baixo grau de substituição, produzem soluções estáveis, uma vez que a presença de apenas alguns grupos de acetil inibe a associação das moléculas de amilose e das extremidades das moléculas de amilopectinas. Esse tipo de amido possui baixa temperatura de gelatinização e boa resistência à retrogradação, além de menor habilidade de formar gel (RIBEIRO, 2004).

Segundo Swinkels (1996) as propriedades dos amidos acetilados diferem de seus amidos nativos pelas seguintes características:

a) Baixas taxas de retrogradação das pastas cozidas.

b) Quando o grau de substituição aumenta, a temperatura de pasta é progressivamente reduzida.

c) A pasta é clara, apresenta uma textura mais longa e coesiva.

d) Os filmes formados por secagem são mais claros, de maior solubilidade, brilho, flexibilidade e elongação na ruptura e de menor tendência à ruptura.

5.3.1.2. AMIDO FOSFATADO

As funções ácidas do ácido fosfórico esterificam o grupo hidroxila do amido e as cadeias de amilose são mantidas separadas, evita-se assim a retrogradação, não só pela eliminação de alguns radicais hidroxila, mas também pela introdução de radicais carregados negativamente, que irão se repelir (CIACCO e CRUZ, 1982).

Segundo Cereda (2003), os amidos fosfatados diferem de seus amidos nativos pelas seguintes características:

a) Formação de pastas claras de alta consistência, boa resistência ao congelamento e boas propriedades emulsificantes.

b) O éter de amido fosfatado apresenta pasta mais branca, maior pico de viscosidade e grande resistência a retrogradação.

c) Apresenta estabilidade às fases alternadas de congelamento e descongelamento e por sua característica polaridade, pode ser usado como agente emulsificante.

5.3.1.3. CELULOSE MICROCRISTALINA (CMC)

A celulose microcristalina (CMC) é preparada a partir da celulose natural, após purificação. A hidrólise sob condições controladas libera os microcristais celulósicos estáveis, os quais são compostos de feixes firmes de cadeias de celulose em um arranjo linear rígido.

A celulose microcristalina para uso alimentício é comercializada em pó, na forma coloidal e em pasta.

A CMC coloidal e em pasta é quebrada em pequenos fragmentos, que são cisalhados para liberar as microfibrilas celulósicas e os cristalitos agregados (partículas de CMC primária). Este processo é chamado de atrito. Conforme a distribuição entre as microfibrilas e as partículas de cristalitos obtém-se a funcionalidade desejada.

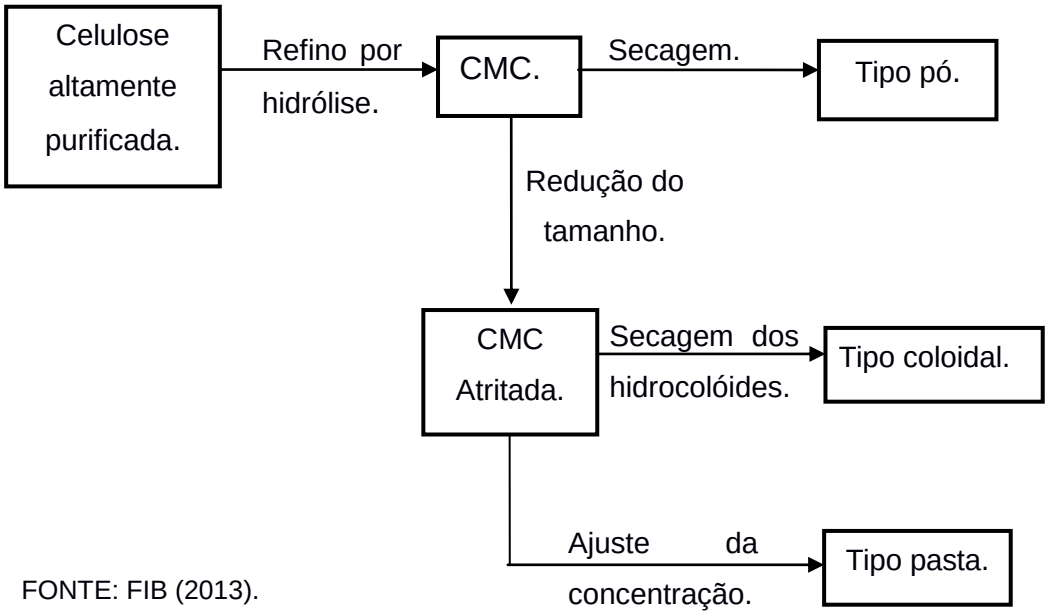
A concentração de CMC é ajustada para se produzir a celulose microcristalina tipo pasta. Na secagem da celulose atritada formam-se cadeias intermoleculares de hidrogênio entre as superfícies das partículas de CMC primária adjacentes, que não são facilmente reidratadas. A fim de dar uma capacidade de dispersão para as partículas secas de CMC, uma superfície da partícula CMC primária é revestida com hidrocolóides (FIB, 2013).

A CMC tipo coloidal é uma mistura coprocessada de CMC e hidrocolóides, derivados hidrossolúveis de celulose ou polissacarídeos hidrossolúveis, como carboximetilcelulose sódica, goma xantana e goma karaya.

Os hidrocolóides agem como uma barreira dispersante para as partículas adjacentes de CMC, evitando a reagregação durante o processo de secagem. Desta

forma, as partículas primárias podem ser uniformemente redispersadas na água quando as CMCs, tipo coloidal, são colocadas em água com cisalhamento adequado (FIB, 2013). A Figura 6 mostra o processo de manufatura dos três tipos de CMC.

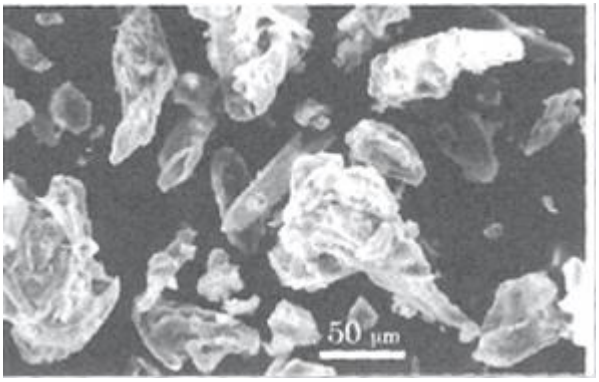
FIGURA 6 –PROCESSAMENTO DE MANUFATURA DA CELULOSE MICROCRISTALINA.



FONTE: FIB (2013).

Quando se adiciona água a CMC tipo coloidal com agitação adequada, os polímeros dilatam e misturam facilmente desempenhando um papel importante na dispersão aquosa. A Figura 7 mostra uma micrografia eletrônica de varredura da celulose microcristalina mostrando as partículas agregadas de CMC com formato de bastões irregulares.

FIGURA 7 - PARTÍCULAS DE CELULOSE MICROCRISTALINA.



FONTE: FIB (2013).

As partículas primárias de CMC tipo coloidal movem-se em movimento Browniano, na dispersão aquosa, repelindo-se umas às outras devido a sua carga elétrica. Elas formam, gradualmente, uma estrutura de rede tridimensional, formando suspensões estáveis sem sinérese ou sedimentação (FIB, 2013).

Nishinari et al (1992) estudou as propriedades de viscosidade dinâmica de suspensões aquosas de partículas de CMC, esclarecendo que a contribuição entrópica aumentaria com a elevação da temperatura acima de 70ºC.

O gel contendo CMC se decompõe facilmente no cisalhamento, mas logo após a remoção do corte se recompõe com mínima perda na viscosidade. Quando as partículas de CMC numa solução dispersa são submetidas a altas tensões de cisalhamento, a estrutura de rede tridimensional se desfaz. Quando a tensão é removida, as partículas de CMC arranjam-se e formam uma estrutura tridimensional, por isso são consideradas tixotrópicas (FIB, 2013).

A celulose microcristalina com carboximetilcelulose, drasticamente fragmentada em alta velocidade para gerar pequenas partículas, através de um misturador de alta tensão de cisalhamento, limitam a condução de calor através de recheios forneáveis sem causar uma diminuição na viscosidade, uma vez que será aquecido durante a operação de forneamento (ROCK; HANSEN, 1999).

6 MATERIAL E MÉTODOS

6.1. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

O cultivar utilizado para obtenção da farinha de banana verde com casca foi da variedade Caturra “conhecida como Nanica”, com coloração da banana totalmente verde, proveniente do Estado de Santa Catarina na região de Corupá e comercializada no CEASA/PR - Central de Abastecimento do Paraná S/A, antes de entrar para a câmara de maturação.

A padronização da maturação da fruta, para o presente trabalho, foi definida pelos valores de sólidos solúveis totais e acidez total. Os sólidos solúveis totais (ºBrix) foram analisados por leitura direta do suco espremido da amostra em refratômetro manual ATAGO, modelo MASTER-93H, escala 53º a 93º Brix. A acidez total foi analisada por titulação com NaOH 0,1N padronizada e expressa em porcentagem de ácido málico. (IAL, 2005; método 312/IV).

O cálculo da relação ºBrix/acidez total (ácido málico) fornece um bom parâmetro para o estádio de maturação segundo o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2005; método 316/IV).

A quantificação dos resíduos de agrotóxicos da banana verde com casca da região de Corupá encontra-se no laudo emitido pelo laboratório Eurofins para o cliente Polpa Brasil Desidratado LTDA fornecedor vigente da empresa Nutrimental S/A Indústria e Comércio de Alimentos (ANEXOS).

6.2. DESENVOLVIMENTO DA POLPA DE BANANA VERDE COM CASCA.

As amostras de banana verde (*Musa cavendish*) da variedade Caturra foram colhidas em uma mesma data e lote, evitando-se assim a influência de variações da época do plantio, do solo e do clima.

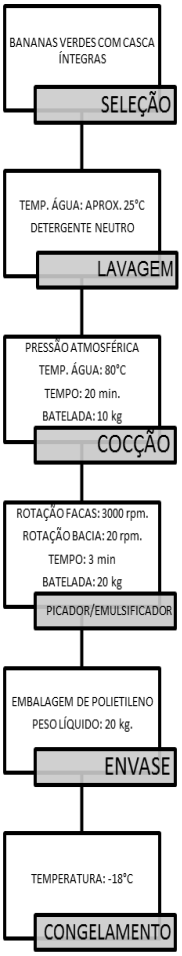
A etapa de obtenção da polpa de banana verde com casca foi conduzida na Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, na Usina Piloto e no Centro de Pesquisa da Empresa Nutrimental.

Primeiramente os “pseudocaules” dos cachos de banana verde foram cortados e as bananas verdes com casca foram pesadas resultando em 87 kg. Em

seguida, as bananas foram lavadas com água, a temperatura de aproximadamente 25ºC, detergente neutro e armazenadas em bacias plásticas até o momento da cocção. Quando a temperatura da água atingiu 80ºC, as bananas verdes com casca foram adicionadas em bateladas, de aproximadamente 10 kg, e permaneceram por 20 minutos à pressão atmosférica para cocção.

Em seguida foram adicionadas em bateladas, de aproximadamente 20kg, em um equipamento picador/emulsificador, na velocidade de rotação das facas de 3000 rpm e velocidade da bacia de 20 rpm por 3 minutos. A polpa obtida de banana verde com casca foi acondicionada em embalagens plásticas de PE, capacidade de 20kg e armazenadas a -18°C, conforme as etapas mostradas na Figura 8.

FIGURA 8 - DIAGRAMA DE OBTENÇÃO DA POLPA DE BANANA VERDE COM CASCA

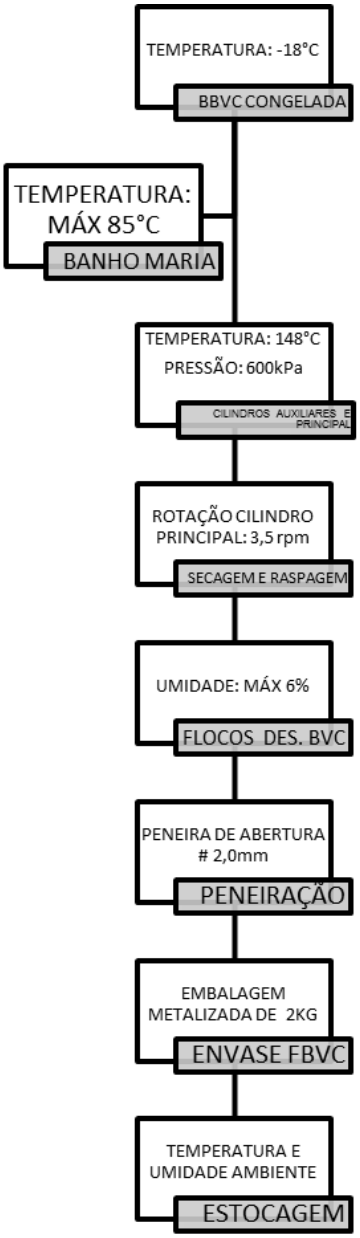


6.3. DESENVOLVIMENTO DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA

A polpa de banana verde com casca congelada foi aquecida em banho- maria, para posterior secagem. A secagem consistiu na adição da polpa entre os cilindros auxiliares, sobrepostos ao cilindro simples principal, do secador de tambor. Os cilindros auxiliares e o principal foram parametrizados na temperatura de 148°C, pressão de 600 kPa, rotação de 3,5 rpm e a distância entre os cilindros auxiliares e o cilindro simples principal de 0,4 mm. Nesta condição de processo foi obtida a melhor formação e raspagem da película uniforme de produto, sob o cilindro simples principal. Os flocos desidratados de tamanhos diferenciados de banana verde com casca, com umidade de no máximo 6%, foram acondicionados em embalagens plásticas de polietileno para posterior peneiração em malha de 9 *mesh*. O ingrediente farinha de banana verde, com casca e densidade de 0,266g/cm^3, foi envasado em embalagem metalizada de 2,0 kg e estocado, na faixa de temperatura de 23ºC a 28ºC, com umidade relativa na faixa de 60% a 70%. Todo este procedimento está ilustrado na Figura 9.

Em seguida, a farinha de banana verde com casca, utilizada neste trabalho, foi caracterizada nos aspectos físico-químico, microbiológico e morfológico, antes de ser incorporada como ingrediente no desenvolvimento a frio de recheio de fruta forneável.

FIGURA 9 - DIAGRAMA DE OBTENÇÃO DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA.



NOTA: LEGENDA: PBVC – Polpa de banana verde com casca.

FBVC – Farinha de banana verde com casca.

6.3.1. DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA

Segundo (AOAC (1995); AACC (2000); Método adaptado pela SL CEREAIS E ALIMENTOS LTDA), a análise de granulometria do ingrediente farinha de banana verde com casca foi realizada em amostras com 10g, em triplicata, utilizado o aparelho vibrador Produtest. No aparelho foram inseridas as peneiras em ordem decrescente (35, 100, 140 e 170 *mesh*). A amostra de 10g foi transferida para a primeira peneira e iniciou a agitação utilizando o reostato em 10 por 25 minutos. Após o tempo pré-definido foram pesadas separadamente a retenção de cada peneira e do fundo coletor descontando o peso das respectivas peneiras e fundo coletor.

6.3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA.

A caracterização físico-química da farinha de banana verde com casca foi realizada no Laboratório do Centro de Pesquisa da Empresa Nutrimental S/A Indústria e Comércio de Alimentos e no Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos (CEPPA) do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, em triplicata e de acordo com os seguintes métodos:

a) Umidade: por secagem a 70ºC sob vácuo, de acordo com AOAC 934.06 (AOAC, 2005);

b) Proteína: pela determinação do nitrogênio total, utilizando-se a técnica de Kjeldahl, considerando o fator N X 6,25 para a obtenção do teor de proteína, de acordo com AOAC 920.152 (AOAC, 2005);

c) Lipídios: extração direta em Soxhlet, de acordo com método 032/IV do Instituto Adolfo Lutz (ZENEBON; PASCUET, 2005);

d) Cinzas: pela calcinação de 4 g de amostra em mufla a 600°C até 4h, conforme método 945.18 da AOAC (AOAC,1990);

e) Fibra alimentar solúvel, insolúvel e total: pelo método enzimático-gravimétrico, usado para determinar os teores de fibras solúveis, insolúveis e totais, de acordo com AOAC 991.43 (AOAC, 2005).

6.3.2.1. DETERMINAÇÃO DA AMILOSE

As amostras de farinha devem ser pré-tratada com etanol para remover os lipídios. Se as amostras não forem tratadas com etanol, o teor de amilose em algumas amostras pode ser subestimado em até 50%.

1. Pesar a amostra de farinha (20-25 mg) em 10 ml com tampa de rosca de tubos de amostra ® Kimax.

2. Adicionar 1 mL de DMSO ao tubo, enquanto mexe-se suavimente em baixa velocidade em um misturador de vórtice. Tapar o tubo e aquecer o conteúdo do tubo em banho-maria até que a amostra seja completamente dispersa (cerca de 1 minuto). Certificar que não permanecem grumos gelatinosos de amido.

3. Misturar fortemente o conteúdo do tubo selado a alta velocidade em um misturador de vórtice, colocar o tubo em banho-maria durante 15 minutos, com agitação a alta velocidade intermitente em um misturador de vórtice.

4. Armazenar o tubo à temperatura ambiente durante aprox. 5 min e adicionar 2 mL de 95% (v/v) de etanol, com agitação contínua no misturador de vórtice. Adicionar mais 4 ml de etanol, tampar o tubo e invertier para misturar. Um precipitado de amido formará. Permanecer o tubo em repouso durante 15 minutos (ou durante a noite se for o caso).

5. Centrifugar os tubos a 2.000 RPM, 5 min, descartar o sobrenadante e drenar os tubos em papel de seda, durante 10 min. Certificar que todo o etanol tenha sido drenado.

6. Adicionar 2 mL de DMSO (mistura suave no vortex) para o amido empelotar. Colocar o tubo em um banho-maria durante 15 minutos e misture às vezes. Certificar que não há grânulos gelatinosos.

7. Ao retirar os tubos do banho-maria, imediatamente adicionar 4 ml de solvente Con A, misturar bem e, em seguida, transferir quantitativamente os conteúdos dos tubos (por repetidas lavagem com solvente Con A), para um balão volumétrico de 25 mL. Diluir ao volume com solvente de Con A (esta é a solução A). Se necessário, filtrar a solução através de Whatman n ° 1 filtro papel (este passo será necessário para amostras de farinhas).

B. Precipitação de Con A amilopectina e Determinação de amilose.

1. Transferir 1,0 mL da solução A, para um tubo da microcentrífuga Eppendorf de 2.0 mL. Adicionar 0,50 mL de solução Con A, tampar o tubo e misturar suavemente por inversão repetida. Evitar a formação de espuma da amostra.

2. Permanecer o tubo em repouso durante 1h à temperatura ambiente. Centrifugar a 14.000 rpm durante 10 minutos numa microcentrifuga.

3. Transferir 1ml do sobrenadante para um tubo de centrífuga de 15 mL. Adicionar 3 ml de tampão de acetato de sódio 100 mM, pH 4,5. Este reduz o pH ~ a 5. Misturar os conteúdos, tampar levemente e aquecer em um banho-maria por 5 min para desnaturar Con A.

4. Colocar o tubo em banho-maria a 40 ° C e deixar equilibrar durante 5 min. Adicionar 0,1 ml de uma mistura de enzima amiloglucosidase / α-amilase e incubar a 40 ° C durante 30 min. Centrifugar o tubo a 2.000 rpm, durante 5 min.

5. Para 1,0 mL de alíquotas do sobrenadante e adicionar 4 ml de reagente GOPOD (Reagente B). Incubar a 40 ° C durante 20 min. Incubar, simultaneamente, o reagente em branco e os controles de D-glicose.

6. Ler a absorvância de cada amostra, e os controles de D-glucose a 510 nm contra o branco de reagente.

C. Determinação do total de amido.

1. Misturar 0,5 ml de solução A com 4 mL de acetato de sódio 100 mM tampão, pH 4,5.

2. Adicionar 0,1 ml de solução amiloglucosidase/α-amilase incubar a mistura a 40 ° C durante 10 min.

3. Transferir 1,0 mL alíquotas (em duplicata) desta solução nos tubos de ensaio de vidro, adicionar 4 ml do reagente GOPOD e misturar bem. Incubar a 40 °C durante 20 min. Esta incubação deve ser realizada simultaneamente com as amostras e os padrões de Seção B acima.

Cálculo do teor de amilose (%):

$$\text{Amilose } \% \left(\frac{w}{w}\right) = \frac{\text{Absorvância (sobrenadante Con A)}}{\text{Absorvância (Alíquota do amido total)}} \times \frac{6{,}15}{9{,}21} \times 100 \qquad (1)$$

$$\text{Amilose \%}\left(\frac{w}{w}\right) = \frac{\text{Absorvância (sobrenadante Con A)}}{\text{Absorvância (Alíquota do amido total)}} \times 66{,}8 \qquad (2)$$

Onde 6,15 e 9,21 são fatores de diluição para a Con A e extrato de amido total, respectivamente.

6.3.2.2. DETERMINAÇÃO DO AMIDO RESISTENTE

A determinação do amido resistente foi realizada segundo a metodologia da AOAC, Method 2002.02 (McCLEARLY; MONAGHAN, 2002), conforme a Figura 10

1. Determinação do amido não-resistente.

Pesou-se 100 mg de cada amostra (duplicata) em tubo de ensaio com tampa, ao qual foi adicionado 4 mL de α-amilase pancreática (10 mg/mL). Os tubos foram agitados em agitador de tubos (vortex) e colocados em incubadora com agitação (Nova Ética – Labstore) a 37 ^{o}C no sentido horizontal alinhado a direção do movimento, com agitação contínua (100RPM) por exatamente 16 h.

Após incubação, o conteúdo foi tratado com 4 mL de etanol (99 %v/v) com agitação em agitador de tubos e centrifugados a 1500 g por 10 minutos.

Despejou-se, cuidadosamente, o sobrenadante e o decantado foi tratado com 2 mL de 50 % de etanol e agitou-se em agitador de tubos. Em seguida, adicionou-se mais 6 mL de etanol 50 %, seguido de centrifugação (3000 RPM) por 10 minutos.

O sobrenadante foi separado (guardado em recipiente identificado) e o decantado foi novamente tratado com 2 mL de etanol 50 %, seguido de agitação em agitador de tubos. Adicionou-se mais 6 mL de etanol 50 %, seguido de centrifugação (1500 g) por 10 minutos. O sobrenadante foi cuidadosamente despejado em recipiente identificado.

Todas as soluções sobrenadantes (obtidas da centrifugação da incubação inicial com os sobrenadantes obtidos das duas lavagens subsequentes com etanol) foram combinadas (respectivamente para cada replicata). Em seguida, o volume foi ajustado para 100 mL com solução tampão acetato 100 mM (pH 4,5) em frasco volumétrico e misturado bem.

Alíquotas de 0,1 mL dessa solução foram incubadas, em duplicata, com 10 μL do reagente AMG (300 U/mL) por 20 minutos a 50 ^{o}C. Adicionou-se 3 mL do reagente GOPOD e os tubos foram incubados por mais 20 minutos 50 ^{o}C.

Mediu-se a absorbância a 510 nm de cada solução.

- Preparo do branco: Misturou-se 0,1 mL de solução tampão acetato 100 mM, pH 4,5 e 3 mL da solução reagente GOPOD.
- Preparo do padrão D-glucose (em quadruplicata) – Misturou-se 0,1 mL de D-glucose (1mg/mL) e 3 mL de reagente GOPOD.

2. Medida do amido resistente

O amido resistente ficou contido no decantado de cada tubo. Para sua determinação, foi adicionado 2 mL de KOH 2 M com o objetivo de dissolver o decantado, os tubos foram submetidos a agitação em banho com gelo e deixados em agitador magnético por 20 min. Em seguida, foi adicionado 8 mL de solução tampão acetato 1,2 M, pH 3,8 em cada tubo, e imediatamente adicionou-se 0,1 mL de AMG. Agitou-se bem os tubos e estes foram colocados em banho a 50 °C, por 30 minutos sob agitação intermitente em agitador de tubos.

Transferiu-se o conteúdo dos tubos para um balão volumétrico de 100 mL, o volume foi ajustado com água destilada e alíquotas foram centrifugadas (1500 g) por 10 minutos. O sobrenadante foi separado, o qual esse contém o amido resistente hidrolisado em glucose e alíquotas (1 alíquota para cada repetição de cada amostra) de 0,1 mL do sobrenadante (em duplicata) foram transferidas para os tubos, adicionou-se 3 mL de GOPOD e em seguida incubados a 50 ^{o}C por 20 minutos.

Mediu-se a absorbância a 510 nm de cada solução, do branco e do padrão.

Para o cálculo do amido resistente e não resistente utilizou-se o programa MegaCalc^{TM} (MEGAZYME, 2008) que se baseia nas seguintes equações:

a) Amido resistente (g/100g amostra)

$$Amido\ resistente = \Delta E\ x\ F\ x\ \frac{100}{0{,}1}\ x\ \frac{1}{1000}\ x\ \frac{100}{W}\ x\ \frac{162}{180} \qquad (3)$$

ou seja,

$$Amido\ resistente = \Delta E\ x\ \frac{F}{W}\ x\ 90 \quad (4)$$

b) Amido não resistente (Solubilizado) Amido (g/100g amostra) e amido total

$$Amido\ não\ resistente = \Delta E\ x\ F\ x\ \frac{100}{0{,}1}\ x\ \frac{1}{1000}\ x\ \frac{100}{W}\ x\ \frac{162}{180} \quad (5)$$

ou seja,

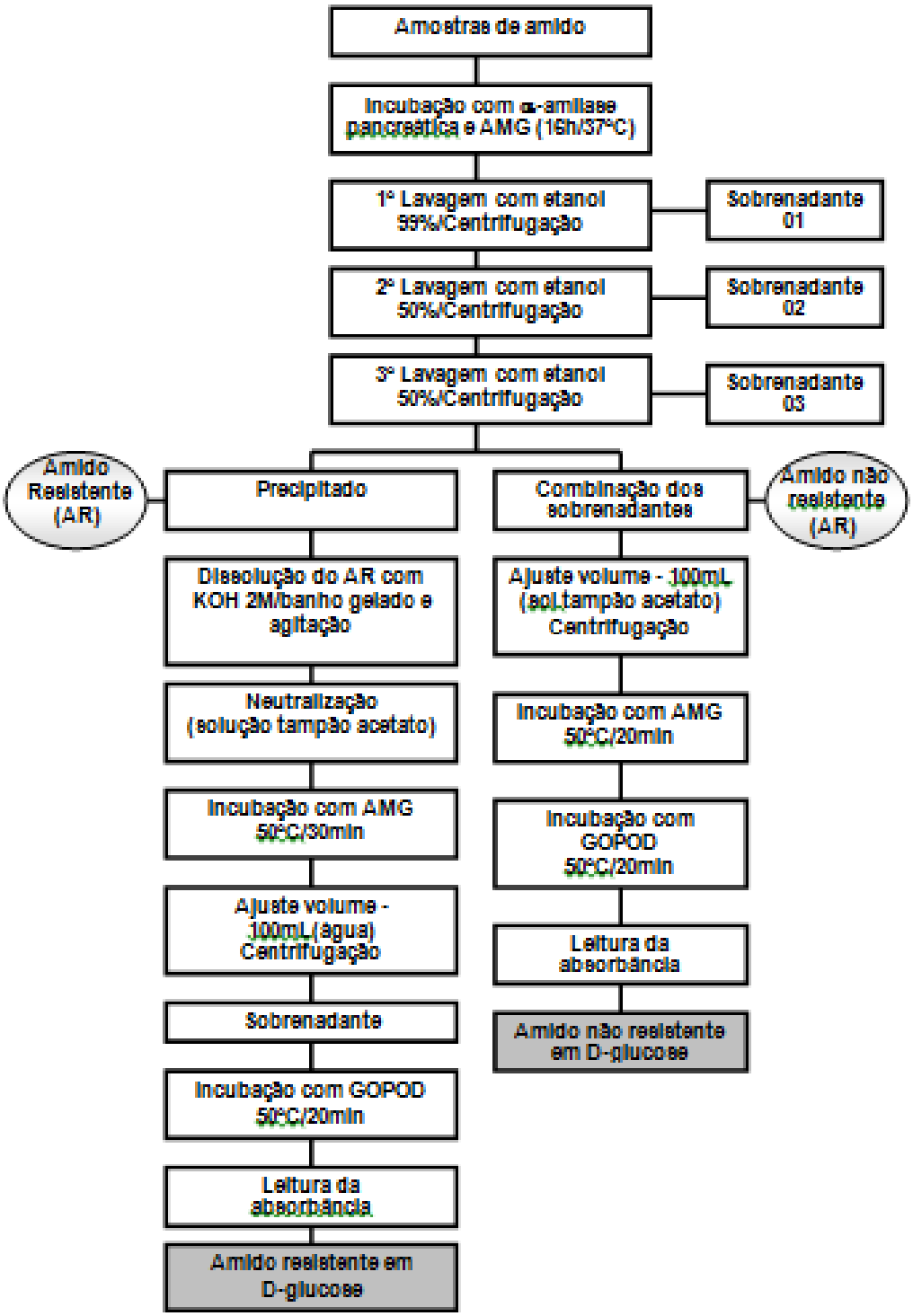
$$Amido\ não\ resistente = \Delta E\ x\ \frac{F}{W}\ x\ 90 \quad (6)$$

Amido total = amido resistente + amido não resistente

Onde:

- ∆E = absorbância (reação) obtida para cada amostra.
- F = Conversão da absorbância para microgramas (a absorbância obtida para 100 µg de D-glucose na reação de GOPOD é determinada e F = 100 (µg de D-glucose) dividida pela absorbância de GOPOD para 100 µg de D-glucose.
- 100/0,1 = volume de correção (0,1 mL obtido de 100 mL).
- 1/1000 = conversão de microgramas para miligramas.
- W = massa em base seca da amostra analisada = ou seja: massa x (100-umidade)/100.
- 100/W = fator para a presença de AR ou amido não resistente como percentagem da massa de amostra.
- 162/180 = fator para converter a D-glucose livre para D-glucose anidra, como ela se apresenta no amido. (180 = massa molecular D-glucose livre e 162 = massa molecular da glucose anidra).

FIGURA 10– DIAGRAMA DE DETERMINAÇÃO DE AMIDO RESISTENTE



FONTE: IZIDORO et al (2011)

6.4. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE PASTA

As propriedades de pasta das farinhas foram determinadas em aparelho *Rapid Visco Analyser* (modelo RVA-4 da *NEWPORT SCIENTIFIC*, *Warriewood*, Austrália), usando programa *“Thermocline for Windows versão 1.10”*.

As amostras, em triplicata, de farinha de banana verde com casca na concentração de 8,5 % (m/m), foram pesadas com 2,38 g e adicionadas de 25,62 g de água deionizada em cadinho com capacidade de 28 g. A dispersão foi feita com o agitador plástico próprio do aparelho.

Os resultados das propriedades de pasta foram interpretados a partir dos gráficos fornecidos, conforme exemplo da Figura 11. Os parâmetros usados para a interpretação dos resultados são:

a) Viscosidade inicial (VI): que é o pico de viscosidade entre o tempo 0,2 – 2 minutos.

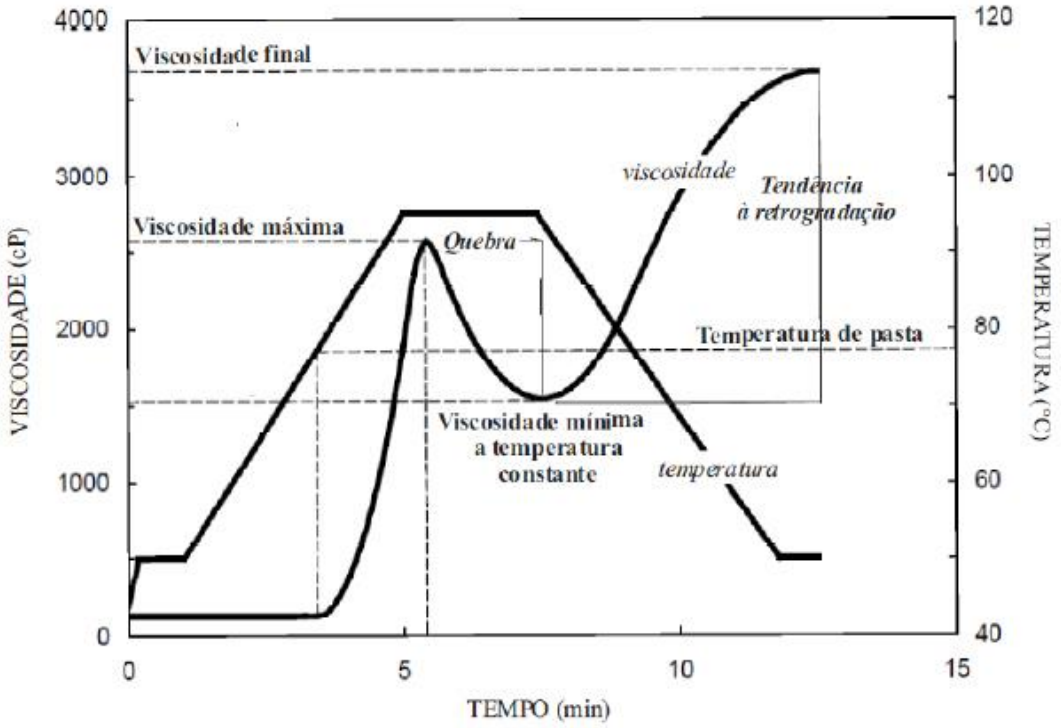
b) Pico de viscosidade (PV): que é a viscosidade máxima obtida após o início do aquecimento e antes do início do resfriamento.

c) Quebra de viscosidade (QV): que é a diferença entre viscosidade máxima e mínima durante a manutenção a 95ºC.

d) Tendência a retrogradação (TR), que é a diferença entre a viscosidade final e o menor valor de viscosidade durante a manutenção a 95ºC.

e) Viscosidade final: valor da viscosidade obtido no ponto final do ciclo de resfriamento, à temperatura de 50ºC.

FIGURA 11 - CURVA DE VISCOSIDADE TÍPICA DO RVA.



FONTE: Adaptado de NEWPORT SCIENTIFIC, 2001.

6.5. DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA.

A determinação foi realizada, segundo SOSULSKI (1962), e consistiu em pesar 5g e adicionar 30 mL de água destilada. A amostra foi agitada por 30 s. O conteúdo foi deixado em repouso por 10 min e, em seguida, centrifugou a amostra a 2.300 rpm por 25 min. Decantou e esgotou o sobrenadante. O tubo foi colocado inclinado para baixo (ângulo de 15º a 20º), a 50ºC em estufa, com circulação de ar, durante 25 min. O mesmo foi esfriado em dessecador e pesado.

O cálculo da capacidade de absorção de água da farinha de banana verde com casca foi realizado conforme equação, a seguir:

$$P_{amostra\ seca} = P_{tubo\ amostra\ seca} - P_{tubo\ vazio} \qquad (7)$$

$$\text{Absorção } (\%) = \left(\frac{P_{\text{amostra seca}} - P_{\text{amostra}}}{P_{\text{amostra}}}\right) \times 100 \quad (8)$$

6.6. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA

A atividade de água foi medida pelo equipamento Decagon AquaLab Series 3 e 3TE, à temperatura constante (25,0 ± 0,3ºC).

6.7. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

A análise microscópica da farinha de banana verde com casca foi realizada através de Microscopia Eletrônica de Varredura (M.E.V.), no Centro de Microscopia Eletrônica da UFPR. As amostras de farinha de banana verde com casca foram acondicionadas no porta-amostra e recobertas de ouro metalizador. As amostras foram analisadas em microscópio eletrônico, marca JEOL JSM-6360 (LV *Scanning Electron Microscope*), sob aceleração de voltagem de 10 kV.

6.8. DETERMINAÇÃO MICROBIOLÓGICA.

O regulamento da ANVISA sobre padrões microbiológicos para alimentos – RDC n°12, 2001 foi adotado para a caracterização microbiológica (BRASIL, 2001). As análises realizadas foram de coliformes a 45 °C, *Salmonella sp., e Escherichia coli*, para farinha de banana verde com casca, segundo as metodologias propostas pela APHA (2001).

A análise da farinha de banana verde com casca foi realizada no Laboratório do Centro de Pesquisa da Empresa Nutrimental S/A Indústria e Comércio de Alimentos. As amostras com 25 gramas cada foram colocadas em solução salina em água peptonada (0,1%) e estéril. Posteriormente, as diluições seriadas das amostras foram inoculadas em diferentes meios de cultura.

6.9. DESENVOLVIMENTO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL

6.9.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL COMPOSTO CENTRAL

O experimento – recheio de fruta forneável foi delineado a partir do software STAT EASE 8.01, para determinação da influência de interações entre as variáveis: Amido de milho pré-gel fosforilado, amido de milho pré-gel acetilado e celulose microcristalina coloidal com carboximetilcelulose sódica, cujos nomes comerciais são respectivamente, amido RD 712/ULTRA TEX, amido RD 692 e a Tabulose. As variáveis em três níveis e com os valores reais foram apresentado na Tabela 3. As variáveis e os níveis de variação foram estabelecidos de acordo com os limites técnicos de aplicação em testes preliminares e com a literatura.

TABELA 3 - VARIÁVEIS E NÍVEIS DE VARIAÇÃO DO EXPERIMENTO.

Variáveis Independentes	Níveis de variação			
	- α	- 1	+ 1	+ α
Tabulose – Celulose Microcristalina	0,124	0,5	2,88	3,256
Amido RD 692 – Acetilado	2,253	2,5	4,00	4,237
Amido RD712/ULTRA TEX - Fosforilado	5,683	6,0	8,00	8,316

α= ±1,3161 para K=3 (três variáveis independentes).

Na Tabela 4 foram apresentados os resultados do delineamento na combinação dos níveis –1 e +1, dois axiais (± α) e dois pontos centrais, resultando em 16 tratamentos.

TABELA 4 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL CENTRAL COMPOSTO PARA TRÊS VARIÁVEIS E DOIS NÍVEIS.

Tratamento	Real g/100g		
	A:	B:	C:
	Tabulose	Amido RD692 Acetilado	Amido RD712/UltraTex Fosforilado
1	0,50	4,00	6,00
2	1,69	3,25	7,00
3	1,69	3,25	8,32
4	2,88	2,50	6,00
5	3,26	3,25	7,00
6	0,50	4,00	8,00
7	1,69	2,26	7,00
8	1,69	3,25	5,68
9	1,69	3,25	7,00
10	0,12	3,25	7,00
11	1,69	4,24	7,00
12	0,50	2,50	6,00
13	0,50	2,50	8,00
14	2,88	4,00	8,00
15	2,88	4,00	6,00
16	2,88	2,50	8,00

α= ±1,3161 para K=3 (três variáveis independentes).

Para obtenção dos recheios de fruta adaptou-se formulação de Rock e Hansen (1999), utilizando as variáveis independentes e os ingredientes com as proporções inalteradas para todas as formulações, que estão expressas na Tabela 5.

TABELA 5 - PROPORÇÃO DOS INGREDIENTES INALTERADOS NO RECHEIO DE FRUTA.

Ingredientes	Proporção - %
Água 25ºC	8,00
Xarope de glicose de milho 42 DE	26,00
Glicerina	21,00
Dextrose em pó	6,00
Farinha de banana verde com casca	2,50
Suco de morango concentrado 65ºBrix	4,00
Suco de maçã concentrado 65º Brix	16,00
Aromatizante idêntico ao natural	0,60
Ácido málico	0,20
Ácido lático	0,18
Antioxidante (eritorbato)	0,20
Corante vermelho cereja	0,25
Corante carmim de cochonilha	0,19

6.9.2. ELABORAÇÃO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.

A água, a 25ºC, foi adicionada na tabulose com agitação suficiente, para facilitar a hidratação e a mistura. A glicose na apresentação de xarope 42 DE foi adicionada para proporcionar um escoamento do recheio, com o intuito de facilitar a retirada do produto da etapa de mistura para fase de envase. Já a dextrose em pó foi adicionada para incrementar o teor de sólidos e contribuir no sabor adocicado do recheio.

Os sucos concentrados de frutas com teor mínimo 65% de sólidos foram adicionados para contribuir no sabor, incrementar o teor de sólidos e propiciar a porcentagem de fruta presente no recheio.

A farinha de banana verde com casca foi adicionada como agente de volume para aumentar a textura, incrementar a quantidade de fruta na formulação e

aumentar o teor de sólidos para o desenvolvimento a frio do recheio de fruta forneável.

Os acidulantes, corantes naturais, aromatizante e conservante foram adicionados no recheio para intensificar, equilibrar a saborização, coloração e conservação do produto.

A glicerina foi adicionada na formulação do recheio de fruta pelo processo a frio para assegurar que não ultrapasse o limite máximo de 0,66 da atividade de água e minimizar a adesividade.

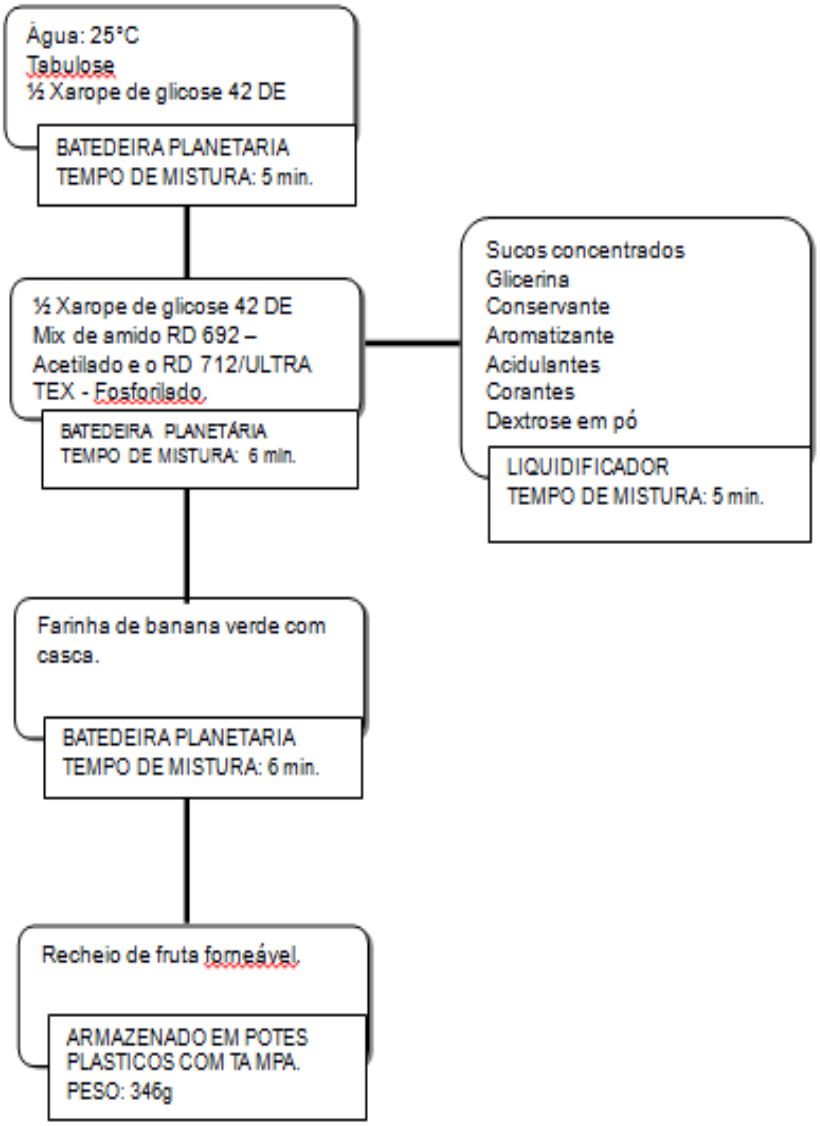
Na primeira etapa misturou-se a água a 25ºC, a tabulose e a metade do xarope de glicose de milho - 42 DE a 70°C na batedeira planetária por 5 minutos. A solução, ao longo do período pré-definido de mistura, foi aumentando a viscosidade.

Na segunda etapa adicionou-se a outra metade do xarope de glicose de milho – 42 DE a 70ºC, e os amidos de milho pré-gelatinizado RD692 – Acetilado e o RD712/ULTRA TEX – Fosforilado e misturou-se por 6 minutos em batedeira planetária. Ao atingir a metade do tempo de mistura, foi adicionada a solução elaborada na terceira fase e misturada por 5 minutos.

Na terceira etapa misturou-se a glicerina, os sucos concentrados de morango e maçã com teor de sólidos de no mínimo 65%, acidulantes, conservantes, aromatizante e a dextrose em pó no liquidificador por 5 minutos e a mistura foi então adicionada na segunda etapa.

Na quarta e última fase foi misturada a farinha de banana verde com casca na solução, em uma batedeira planetária por 6 minutos, e a mistura envasada em recipientes plásticos e armazenados em temperatura 20°C a 28°C. As etapas do desenvolvimento do recheio de fruta forneável por processamento a frio encontram-se no Diagrama da Figura 12.

FIGURA 12 – DIAGRAMA DE OBTENÇÃO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.



6.9.3. DETERMINAÇÃO DA ESTABILIDADE TÉRMICA

O teste de estabilidade térmica ao forneamento foi utilizado cerca de 10 gramas de recheio de fruta. A amostra foi moldada com uma altura de aproximadamente 8 mm e colocada no interior do círculo, com diâmetro de 30 mm, sobre assadeira de alumínio demarcada com uma escala métrica de 0 a 100 mm.

Em um forno convencional pré-aquecido a 180ºC, na função ar forçado, o recheio de fruta foi aquecido durante 10 minutos. Ao término do forneamento foi

avaliado o escoamento pela escala métrica presente na assadeira, sendo o limite de preferência da variável de escoamento de no máximo 1%.

6.9.4. DETERMINAÇÃO DE TEXTURA

No tempo de 72h de armazenamento foi medida a textura do recheio de fruta fornéavel no Texturômetro Stable Micro-System, Modelo TAX-T2, com célula de carga de 50 kg, com sonda cilíndrica de alumínio com diâmetro de 25,4 mm. A velocidade do teste foi de 2,0 mm/s, a profundidade de penetração 20 mm. As 16 amostras com 346g, na temperatura de 20ºC, foram analisadas em quintuplicata no aspecto de força de gel, força de ruptura, elasticidade e a adesividade.

6.9.5. AVALIAÇÃO SENSORIAL

A metodologia sensorial de Análise Descritiva Quantitativa – ADQ (ABNT NBR 14140, 1998) foi realizada no Centro de Pesquisa da Empresa Nutrimental S/A Indústria e Comércio de Alimentos, e foi escolhida com o objetivo de qualificar e quantificar os atributos com precisão matemática.

Primeiramente, uma equipe composta por 10 julgadores selecionados e treinados avaliaram as amostras de recheio de fruta morango comercial e a de prototipagem laboratorial ambos com atividade de água de máximo 0,66 e teor de sólidos 78ºC. Amostras experimental, em escala laboratorial, e comercial foram apresentadas e codificadas com 3 dígitos aleatórios, para avaliação da aparência, odor, sabor e textura do produto na porção equivalente à 15g. O modelo da ficha das características descritas nas embalagens comerciais está apresentado no APÊNDICE 1**.**

Foram realizadas 3 sessões de 2 horas cada para o levantamento de terminologia e treinamento. As fichas com as definições dos descritores e as referências utilizadas para o extremo inferior e o extremo superior da escala, estão apresentadas no APÊNDICE 2 e 3, respectivamente.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

7.1.1. BANANA VERDE COM CASCA

A banana verde foi classificada conforme Von Loeseke (1950) como grau 1 na escala de maturação (totalmente verde).

Os teores de sólidos solúveis totais (^{o}Brix), a acidez titulável (ácido málico) e a razão (Brix/acidez titulável) para a padronização da matéria-prima, estão presentados na Tabela 6.

TABELA 6 – PADRONIZAÇÃO DA POLPA DE BANANA VERDE COM CASCA PARA ELABORAÇÃO DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA.

Determinações	Valores Experimentais
Sólidos solúveis (^{o}Brix)	4,560 $\pm$ 0,74
Acidez titulável (g/100ml)*	0,110 $\pm$ 0,01
Razão ^{o}Brix/Acidez titulável	41,450

Laboratório da Empresa Nutrimental S/A.

NOTA: * Expresso em ácido málico

No presente trabalho, a acidez titulável (em ácido málico) e sólidos solúveis (^{o}Brix) apresentaram os resultados similares obtidos por Izidoro et al (2011), para o estádio de maturação da banana verde.

7.2. CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA

7.2.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA

A Tabela 7 apresenta a composição centesimal da farinha de banana verde com casca, em relação à umidade, cinzas, valor energético, carboidratos, proteínas, gordura total, fibra alimentar total, fibra solúvel, fibra insolúvel e sódio.

TABELA 7- COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA. UTILIZADA NA ELABORAÇÃO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.

Determinações	Valor experimental
Umidade (g/100g)	5,95 ± 0,038
Cinzas (g/100g)	4,07 ± 0,030
Carboidratos (g/100g)	70,20 ± 0,241
Proteínas (g/100g)	4,56 ± 0,176
Gordura total (g/100g)	0,60 ± 0,080
Fibra alimentar total (g/100g)	11,11 ± 0,014
Fibra solúvel (g/100g)	3,31 ± 0,050
Fibra insolúvel (g/100g)	7,80 ± 0,050
Sódio (mg/100g)	100,00 ± 4,230

Valores expressados por meio da média ± desvio padrão de 03 repetições.

A farinha de banana verde com casca apresentou uma coloração verde acinzentada, a qual delimita a sua aplicação em desenvolvimento de recheios de frutas com tonalidades claras.

A farinha de banana verde com casca apresentou umidade de acordo com a Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005, que estabelece como requisito específico para farinhas o teor máximo de umidade de 15g/100g (BRASIL, 2005).

O teor de carboidratos totais obtido por Santos et al. (2010) foi de 88,22g/100g, superior ao deste estudo para a farinha de banana verde com casca que apresentou um teor de 70,20g/100g de carboidratos totais. A razão do valor inferior deste macronutriente foi pela alta quantidade de fibra alimentar e cinzas.

Quanto ao teor de fibra alimentar total, Mota *et al.* (2000) obteve para as variedades Ouro da Mata, Nanica, Nanicão e Prata anã valores na faixa de 6,3 a 9,0 g/100g. Os valores reportados por Pacheco-Delahaye et al. (2008) foram na faixa de 9,0 a 9,7 g/100g. Neste trabalho o teor de fibra alimentar total foi de 11,11 g/100g de farinha de banana com casca, o qual representa um aumento de aproximadamente 14,5%, quando comparado com o valor de Pacheco-Delahaye et al. (2008). Portanto, mostrando-se um ingrediente com benefícios nutricionais positivos para o consumo.

7.2.2. AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA

A Tabela 8 apresenta a quantidade de amido resistente, amilose, capacidade de absorção de água, Aw, acidez (ácido málico) e pH.

TABELA 8 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA UTILIZADA PARA ELABORAÇÃO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.

Determinações	Valores experimentais
Amido Resistente (AR) - g/100g	1,880 ± 0,586
Amilose - g/100g	7,430 ± 2,407
Capacidade de absorção água – g/100g	500,670 ± 2,530
Aw	0,421 ± 0,008
Acidez (ácido málico) - g/100g	0,820 ± 0,021
pH	5,400 ± 0,000

Valores expressados por meio da média ± desvio padrão de 03 repetições.

O valor encontrado para o Aw foi inferior a 0,60 da farinha de banana verde com casca, que segundo Troller (1980), não permite o desenvolvimento de microrganismos, inclusive de bolores xerofílicos e leveduras osmofílicas, que ainda podem se desenvolver em atividade de água na faixa de 0,60 a 0,65.

O pH da farinha de banana verde com casca encontrado está compatível com o encontrado por Santos et al (2010) que foi de 5,25 ± 0,53.

Quanto ao teor de acidez expresso em ácido málico, Santos et al (2010) obteve para a variedade Anã 0,91%, e no presente trabalho foi 0,82%, ambos correspondentes a 0 dias de armazenagem.

Os resultados demonstraram a perda significativa do amido resistente quando o produto é submetido ao processo de secagem em tambor rotativo e verifica-se que ocorreu a gelatinização do amido. Este estudo mostra, portanto, que quando há a necessidade de preservação do amido resistente a secagem em tambor não é apropriada.

Todavia, o processo de secagem em questão, gerou uma farinha de banana verde com casca pré-gelatinizada para emprego em vários segmentos alimentícios.

O conteúdo de amilose tem sido reportado em diversos trabalhos com grandes variações. Kayiusi e Hood (1981), Ling (1982) e Garcia e Lajolo (1988) encontraram 16%, 19,5% e 17% respectivamente, em bananas *Musa Cavendish*.

Quanto à capacidade de absorção de água, a farinha de banana verde com casca apresentou um valor de 500,67%; Sangronis; Machado; Cava (2004) encontraram na farinha de feijão valores de capacidade de absorção de água que variaram de 150-270%, acredita-se que a diferença observada pode ter sido devido à presença significativa do teor de fibra na farinha de banana verde com casca.

A capacidade de absorção de água de aproximadamente 500% evitou a liberação de água, sinérese, na armazenagem do recheio de fruta forneável, desenvolvido a frio.

7.3. DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA.

Os resultados da distribuição granulométrica encontram-se na Tabela 9. A peneira de 100 *mesh* apresentou o maior rendimento, 47,93%.

TABELA 9 - DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA UTILIZADA NA ELABORAÇÃO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.

Mesh	$^{*}D_m$ (mm)	Massa Retida (%)
35	0,500	39,40 ± 0,010
100	0,149	47,93 ± 0,003
150	0,105	12,50 ± 0,010
170	0,088	0,17 ± 0,001
Fundo	-	0,00 ± 0,000

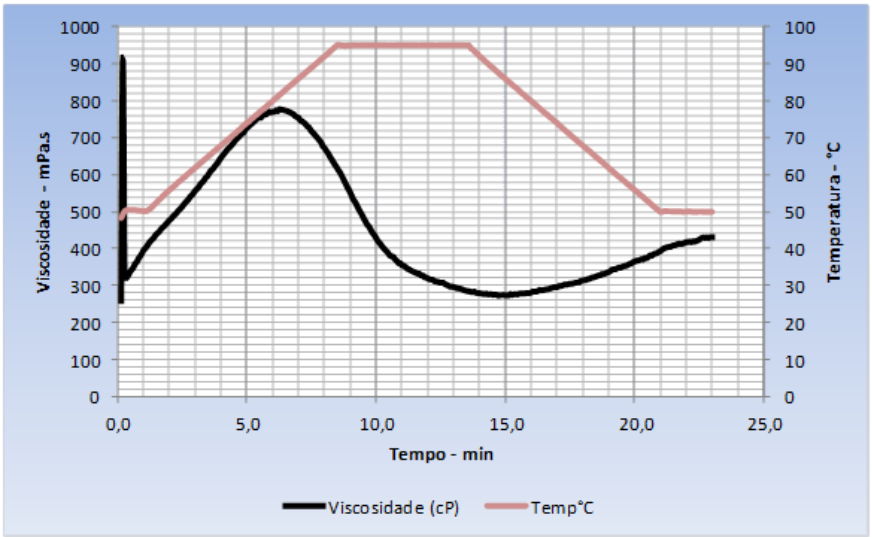
Valores expressados por meio da média ± desvio padrão de 03 repetições. $^{*}D_m$ (mm): Diâmetro médio.

7.4. PROPRIEDADE DE PASTA DA FARINHA DE BANANA VERDE.

As propriedades da pasta da farinha de banana verde com casca estão apresentadas na Figura 13 A farinha obtida em secador de tambor rotativo simples apresentou uma curva característica de amido pré-gelatinizado, ou seja, viscosidade instantânea, com imediata absorção de água pelo grânulo de amido gelatinizado, que age como uma esponja, produzindo uma viscosidade inicial de 920 mPa.s. Com

o aquecimento a partir de 30°C, essa viscosidade inicial aumenta até o pico de viscosidade de 777 mPa.s e, em seguida, há uma quebra de viscosidade de 506 mPa.s, a temperatura constante, devido ao excesso de aquecimento que causa a ruptura dos grânulos intumescidos. A baixa viscosidade final de 431 mPa.s, na temperatura constante de resfriamento (50°C), pode ser atribuída pelos baixos teores de amilose. Os baixos valores de tendência à retrogradação indicam baixa razão de retrogradação do amido presente na farinha de banana verde com casca

FIGURA 13 – CURVA MÉDIA DE PROPRIEDADE DE PASTA EM RVA DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA.



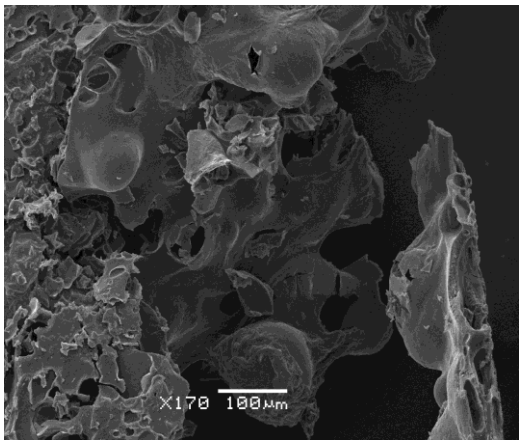
7.5. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (M.E.V).

Na figura 14 encontram-se os resultados das micrografias dos grânulos de amido de banana verde – *Musa Cavendish* pela secagem em tambor rotativo (A) e em *spray* (B). Os grânulos de amido de banana verde apresentam em sua maioria formato elipsoidal de tamanhos variados e com pequenas depressões nas superfícies do grânulo de amido seco em *spray,* em razão da contração das partículas durante a secagem e o resfriamento (THIES, 1995).

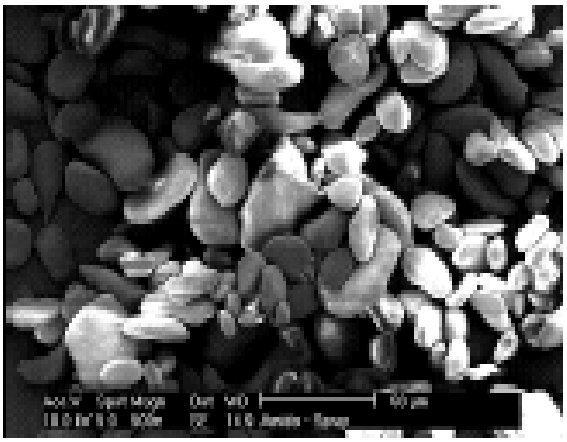
O presente trabalho demonstrou a severidade do processo de secagem no grânulo de amido de banana verde (A), sofreram alterações tanto no tamanho e no

formato. Adquiriram tamanhos maiores, achatados, sem formato definido e com grandes depressões nas superfícies do grânulo de amido seco em tambor rotativo.

FIGURA 14 – MICROGRAFIA DOS GRÂNULOS DE AMIDO DE BANANA VERDE OBTIDO POR SECAGEM EM TAMBOR ROTATIVO (A) E POR SECAGEM EM SPRAY (B).



A – Amido Tambor rotativo.



B – Amido *Spray*

7.6. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.

A análise microbiológica foi realizada na amostra da farinha de banana verde com casca obtida pela secagem em tambor rotativo para aplicação como ingrediente no recheio de fruta.

Os resultados das análises microbiológicas da farinha de banana verde com casca (coliformes a 45 °C e 35°C, *Escheria coli* e *Salmonella sp*.) estão mostrados na Tabela 10.

TABELA 10 - RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS DA FARINHA DE BANANA VERDE COM CASCA.

Microorganismos	Unidade	Padrões ANVISA	Valores do Experimento
Coliformes 45°C	UFC/g	-	<10
Coliformes 35°C	UFC/g	Máximo 100	<10
Escheria coli	UFC/g	-	Ausência
Salmonella sp	25g	Ausência	Ausência

Os resultados microbiológicos obtidos neste trabalho atenderam à legislação da ANVISA – Resolução 12/2001, quanto a contagem microbiológica dos grupos

coliformes durante o processamento da obtenção da farinha de banana verde com casca.

A *Salmonella sp.* não apresentou nenhum crescimento na farinha, atendendo, portanto, à legislação vigente, pois o limite conforme a ANVISA – Resolução 12/2001 é ausência em 25 g (BRASIL, 2001).

7.7. PROCESSAMENTO A FRIO DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL

7.7.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL

As características do recheio de fruta forneável, com 2,5% de farinha de banana verde com casca estão apresentadas na Tabela 11 e 12.

TABELA 11 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.

Determinações	Recheio de fruta forneável
	2,5% FBVC[(2)]
Umidade - g/100g	15,68 ± 0,20
Valor energético – g/100g	326,60 ± 0,20
Proteínas – g/100g	0,68 ± 0,10
Gordura total – g/100g	<0,30 ± 0,10
Cinzas – g/100g	0,37 ± 0,10
Fibra alimentar total – g/100g	2,30 ± 0,87
Carboidrato[(1)] – g/100g	80,97 ± 0,20

Resultados expressos como média ± desvio padrão.

[(1)] Calculado por diferença: 100-(proteína+lipídios+cinzas+FAT).

[(2)] FBVC – Farinha de banana verde com casca.

TABELA 12 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.

Determinações	Valor Experimental
Brix - %	76,000
pH	3,800
Aw [(*)]	0,645 ± 0,002

[(*)] Resultados expressos como média ± desvio padrão

Com relação aos parâmetros físico-químicos da Tabela 13, os resultados obtidos estão em comum com o recheio de fruta comercial utilizado pela empresa Nutrimental S/A. Caso contrário, os parâmetros podem influenciar na qualidade do produto final.

A atividade de água é um parâmetro físico que indica "o estado de energia" da umidade em um material, por isso, é o mais qualificado para a avaliação da tendência de migração da umidade em alimentos combinados (massa + recheio de fruta), do que simplesmente controlar o teor de água absoluta dos componentes ou camadas. As propriedades de migração e de equilíbrio de água em alimentos combinados são um ponto importante para a estabilidade da vida de prateleira do produto.

7.7.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os modelos de regressão e os coeficientes de determinação (R^2), do recheio de fruta forneável, evidenciarem que os modelos explicaram respectivamente, 91%, 99,9%, 99,6% e 88,1% da variação dos dados experimentais (Tabela 13). Nas Figuras 23 a 26 são mostradas as superfícies de resposta e curvas de contorno obtidas pelos modelos propostos para as variáveis respostas: escoamento, força de gel, força de ruptura e elasticidade ajustado pelo modelo quadrático.

TABELA 13 - TRATAMENTOS OBTIDOS PELO DELINEAMENTO CENTRAL COMPOSTO DO RECHEIO DE FRUTAFORNEÁVEL

Tratamentos	A: Tabulose	B: Amido RDC 692	C: Amido RD712/ ULTRATEX	Escoamento mm	Aw -	pH -	Brix °	Força gel gramas	Força ruptura gramas	Elasticidade mm	Adesividade gramas.seg
1	0,50	4,00	6,00	9,00	0,653	3,51	74,60	49,14	288,31	13,41	-551,04
2	1,69	3,25	7,00	5,00	0,649	3,56	75,10	69,04	611,66	19,98	-1093,07
3	1,69	3,25	8,32	5,00	0,650	3,76	75,20	84,15	1334,93	19,99	-1291,66
4	2,88	2,50	6,00	4,00	0,652	3,63	75,20	55,51	561,69	19,99	-801,42
5	3,26	3,25	7,00	0,00	0,656	3,68	76,10	71,21	720,84	20,00	-809,77
6	0,50	4,00	8,00	4,00	0,643	3,51	76,60	81,94	750,10	19,99	-1119,71
7	1,69	2,26	7,00	5,00	0,648	3,61	75,30	57,09	86,59	4,18	-855,14
8	1,69	3,25	5,68	8,00	0,650	3,46	75,30	47,13	376,78	17,98	-546,65
9	1,69	3,25	7,00	5,00	0,643	3,63	75,00	69,24	694,31	18,29	-928,46
10	0,12	3,25	7,00	10,30	0,640	3,58	75,40	60,55	270,99	12,68	-887,84
11	1,69	4,24	7,00	6,00	0,643	3,58	72,40	58,07	436,70	14,91	-727,24
12	0,50	2,50	6,00	16,00	0,644	3,53	75,60	53,34	176,18	10,99	-631,66
13	0,50	2,50	8,00	16,50	0,648	3,52	74,40	44,89	140,18	9,81	-553,59
14	2,88	4,00	8,00	0,00	0,657	3,79	75,50	42,22	245,69	13,92	-506,35
15	2,88	4,00	6,00	2,00	0,637	3,61	76,40	81,87	806,52	19,67	-1016,26
16	2,88	2,50	8,00	2,00	0,655	3,65	75,00	63,07	296,09	11,81	-821,64

TABELA 14 - MODELO DE REGRESSÃO COM AS VARIÁVEIS CODIFICADAS E COEFICIENTES DE DETERMINAÇÃO (R^2) PARA AS RESPOSTAS.

Resposta	Modelo*	R^2
Escoamento	+4,82-4,45*A–1,94*B–1,09*C+1,94*A*B+0,0063*A*C-0,69*B*C+0,28*A^2+0,48*B^2+1,05*C^2	0,910
Força de gel	+68,86+4,05*A+0,37*B+14,06*C-3,42*A*B-7,06*A*C-0,75*B*C-1,70*A^2-6,49*B^2-1,84*C^2-11,06*A*B*C+4,42*A^2*B-15,03*A^2*C-2,38*A*B^2	0,999
Força de ruptura	+671,59+170,91*A+133,01*B+364,02*C-65,95*A*B-156,53*A*C+25,32*B*C-109,90*A^2-245,16*B^2+97,91*C^2-99,13*A*B*C-18,45*A^2*B-414,10*A^2*C-101,50*A*B^2	0,996
Elasticidade	+17,88+1,82*A+2,49*B-0,51*C-1,35*A*B-2,42*A*C+1,27*B*C-0,32*A^2-4,25*B^2+1,20*C^2	0,881

A = tabulose (%); B = Amido RD692 - Acetilado; C = Amido RD712/ULTRATEX - Fosfatado; * ($p \leq 0,05$).

Pela Figura 15 e analisando a equação quadrática para o escoamento da Tabela 13, verificou-se que a concentração de tabulose influenciou positivamente na estabilidade ao escoamento associado com o amido RD692 – Acetilado. Entretanto, o amido RD712/ULTRATEX – Fosforilado apresentou um efeito menor na estabilidade, associado com a mesma concentração de tabulose e os dois amidos associados apresentaram um efeito negativo na estabilidade ao escoamento durante o forneamento.

Pela Figura 16 e analisando a equação cúbica para força do gel, verificou-se que o amido RD712/ULTRATEX – Fosforilado teve a maior influência na força do gel e que a concentração de tabulose associada com o amido RD712/ULTRATEX - Fosforilado e o RD692 - Acetilado apresentou uma pequena diferença na força do gel.

Pela Figura 17 e analisando a equação cúbica para força de ruptura, verificou-se que o amido RD712/ULTRATEX – Fosforilado apresentou a maior influência na

força de ruptura associado com o amido RD692 - Acetilado e a tabulose. Entretanto, o amido RD692 – Acetilado teve um menor efeito, quando associado com a tabulose.

Pela Figura 18 e analisando a equação quadrática para elasticidade, verificou-se que a concentração de tabulose associada com o amido RD712/ULTRATEX – Fosforilado e RD692 - Acetilado apresentou uma proporcionalidade com a elasticidade. Entretanto, a associação dos amidos RD712/ULTRATEX – Fosforilado e RD692 – Acetilado apresentaram um menor efeito na influência da elasticidade.

FIGURA 15 - GRÁFICO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DO MODELO QUADRÁTICO RELATIVO A ESCOAMENTO (mm) NA TEMPERATURA DE 190ºC.

$R^2 = 0,910$

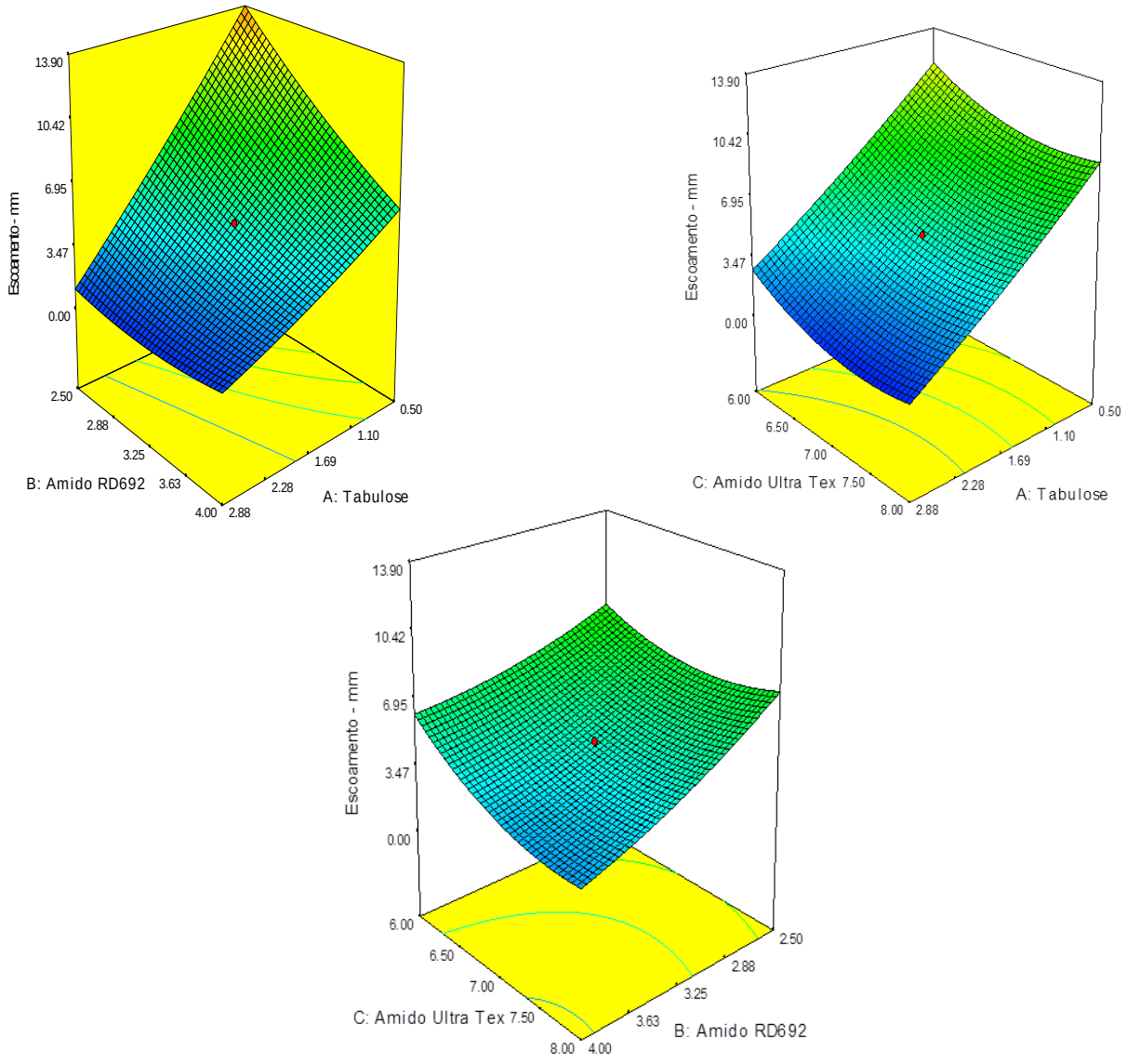


FIGURA 16 - GRÁFICO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DO MODELO CÚBICO RELATIVO A FORÇA DO GEL (GRAMAS) NA TEMPERATURA DE 20°C.

R^2= 0,999

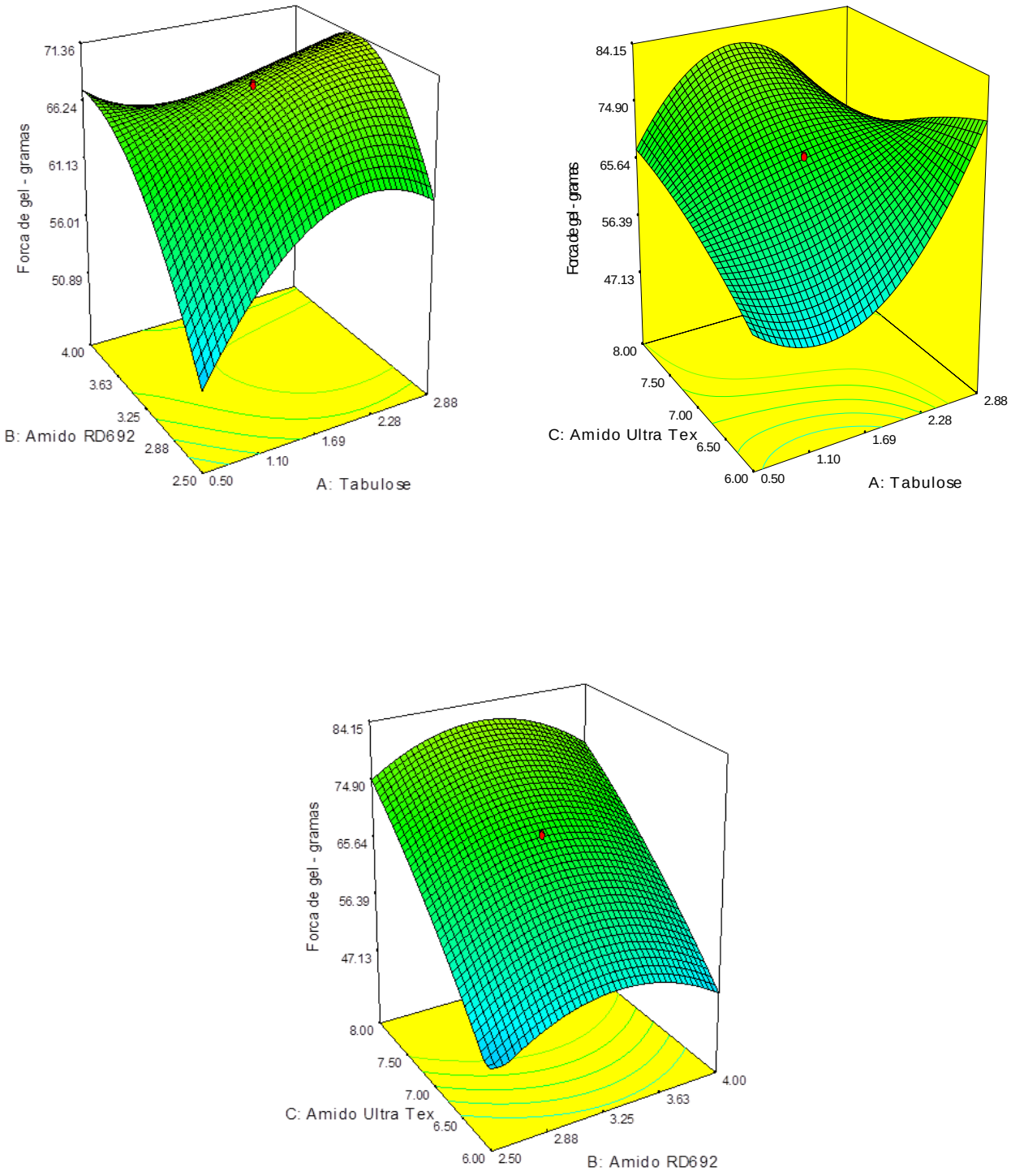
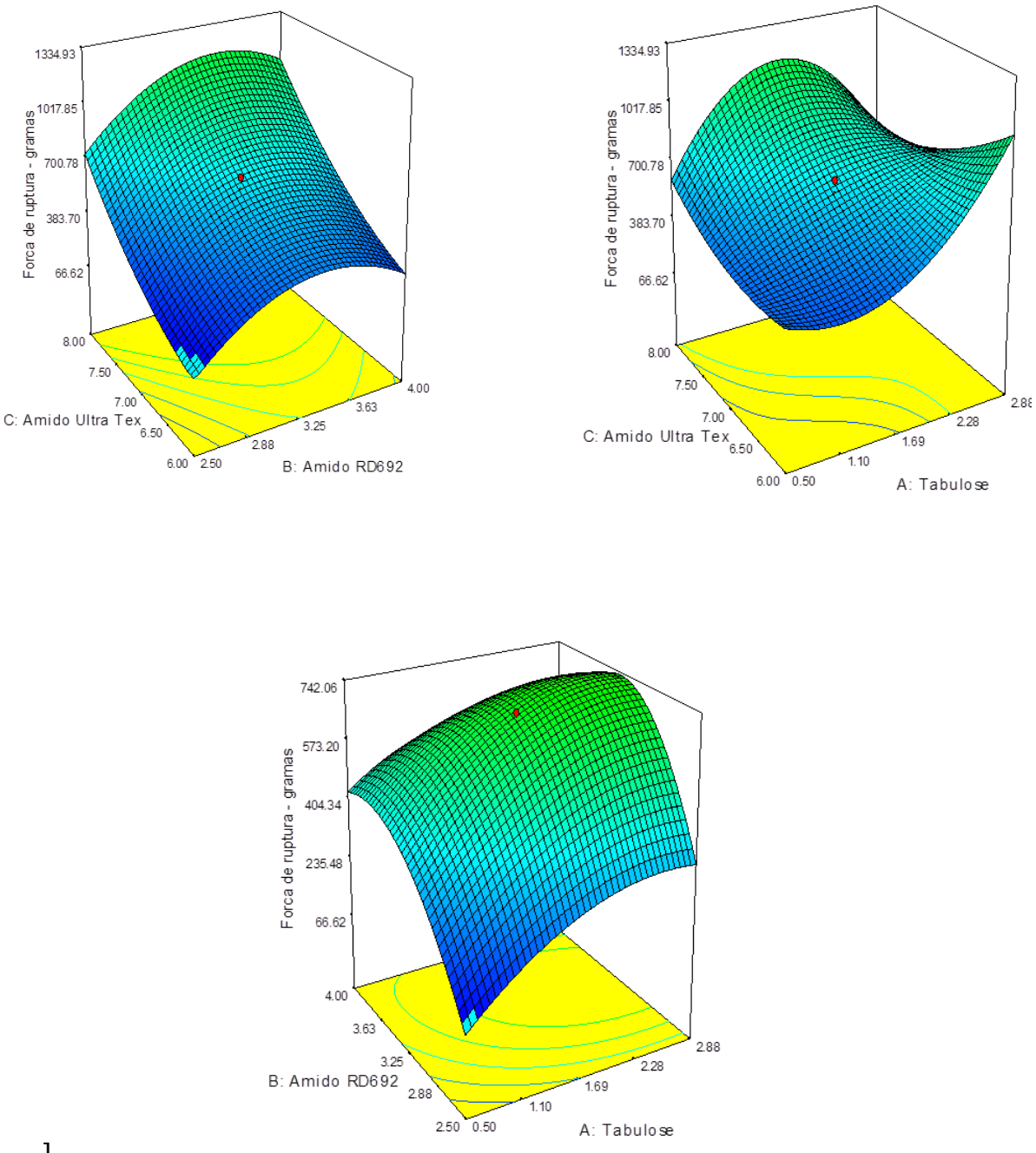


FIGURA 17 – GRÁFICO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DO MODELO CÚBICO RELATIVO A FORÇA DE RUPTURA (GRAMAS), NA TEMPERATURA DE 20ºC.

R^2=0,996



]

FIGURA 18 - GRÁFICO DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA DO MODELO QUADRÁTICO RELATIVO ELASTICIDADE (mm), NA TEMPERATURA DE 20°C.

R^2= 0,8810

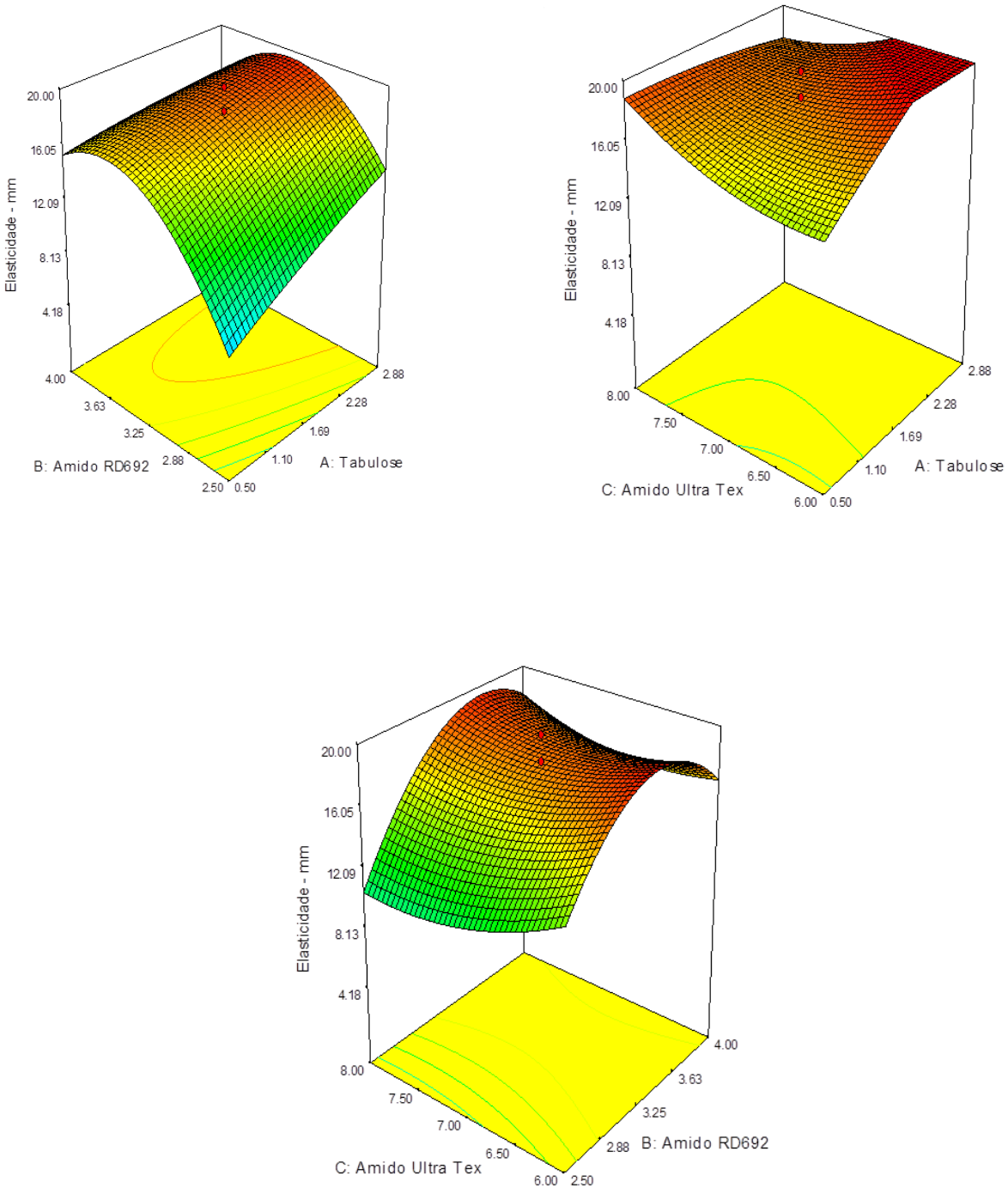


Tabela 15 mostra a Análise de Variância para os parâmetros reológicos: escoamento, força do gel, força de ruptura e elasticidade, ajustada de acordo com o respectivo modelo. O valor de p para todos os parâmetros foi significativo e mostrou que os modelos ajustaram bem aos dados experimentais. Na Tabela 14 o coeficiente de determinação (R^2) apresentou acima de 0,85 para todos os parâmetros analisados.

TABELA 15 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO MODELO PARA AS RESPOSTAS A ESCOAMENTO (MM) A 180°C, FORÇA DO GEL (G) A 20°C, FORÇA RUPTURA (G) A 20C, ELASTICIDADE (mm) A 20°*C.*

Parâmetros	Modelo	SQ	GL	QM	F	p
Escoamento (mm)	Quadrático	325,470	9	36,160	6,77	0,00152
Força de gel (g)	Cúbico	2699,240	13	207,630	1793,98	0,00060
Força de ruptura (g)	Cúbico	1,576E+6	13	1,212E+5	42,37	0,02330
Elasticidade (mm)	Quadrático	301,100	9	33,460	4,94	0,00326

SQ – Soma dos quadrados, GL – Grau de liberdade, QM – Quadrado da média

Na avaliação conjunta das variáveis respostas: escoamento, força de gel, força de ruptura e elasticidade, verificou-se que, dentro do limite estudado, a condição do tratamento 14, Tabela 13, possibilitou a obtenção de um recheio forneável com uma resposta mínima (0,00 mm) de escoamento e as demais variáveis analisadas com seus valores absolutos dentro do esperado.

7.7.3. TEXTURA DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL

O recheio de fruta forneável armazenado durante 3 dias e com escoamento nulo (tratamento 14) foi submetido à análise de textura em texturômetro, em quintuplicata para confiabilidade das respostas. Os resultados obtidos pela curva média foram representados na Tabela 16 e Figura 19.

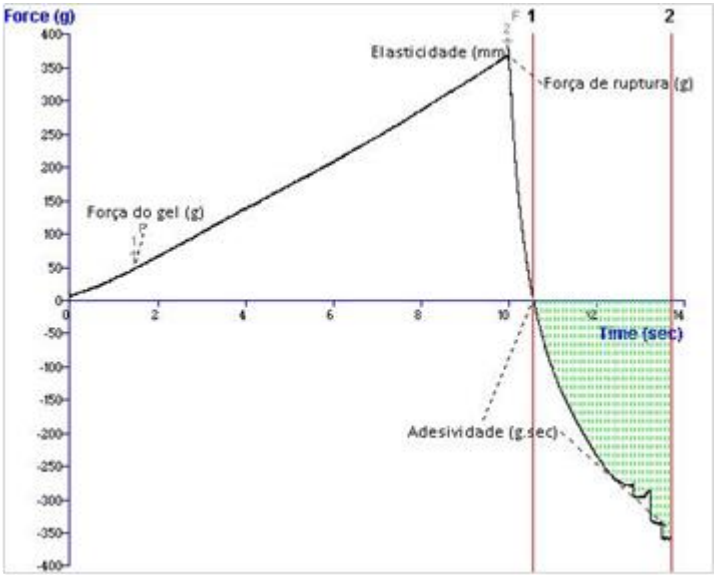
TABELA 16 – CURVA MÉDIA DE TEXTURA DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.

Força do gel (kg)	Força ruptura (kg)	Elasticidade (mm)	Adesividade (kg.s)
0,051 ± 0,01	0,202 ± 0,09	0,011 ±0,005	-0,630 ±0,103

A partir da curva de análise do perfil de textura (força x tempo) os seguintes parâmetros foram avaliados: força do gel (força em kg ocorrida durante a penetração até o ponto onde há a quebra do gel); força de ruptura (força máxima, isto é, o ponto de ruptura do gel, tomada como uma indicação de firmeza do gel); elasticidade (distância na qual o gel é penetrado antes de ocorrer a ruptura, dá uma indicação da elasticidade do gel, isto é, se há uma grande distância da penetração antes da ruptura indica um gel mais elástico); adesividade (trabalho necessário para vencer as forças de atração entre o alimento e as superfícies com as quais entra em contato, representado com o sinal negativo (-) pois representa a volta do probe após a penetração da amostra).

Os resultados esperados de textura na otimização do recheio de fruta estável ao forneamento foi a maximização na força e na ruptura do gel e a minimização na elasticidade e adesividade.

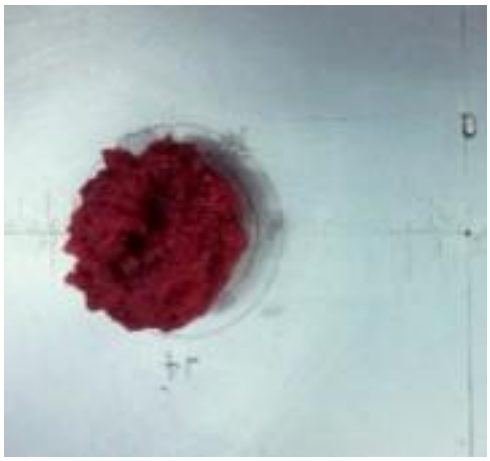
FIGURA 19 - CURVA MÉDIA DE TEXTURA DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL.



7.7.4. ESTABILIDADE TÉRMICA DO RECHEIO DE FRUTA FORNEÁVEL

Para o tratamento 14, Tabela 4, a estabilidade ao forneamento (180°C/10min) foi observada com o aumento na concentração de tabulose associada com o amido RD692 – Acetilado e o amido RD 712/ULTRATEX – Fosforilado. A Figura 20 mostrou a estabilidade ao escoamento do recheio de fruta antes e depois do forneamento no limite máximo de 1,0%.

FIGURA 20 – ESTABILIDADE TÉRMICA DO RECHEIO FORNEÁVEL.



ANTES DO FORNEAMENTO.

DEPOIS DO FORNEAMENTO.

7.7.5. AVALIAÇÃO SENSORIAL

Os resultados das médias obtidos pela equipe treinada para cada atributo/descritor utilizado pela metodologia ADQ (Análise Descritiva Quantitativa) encontram-se Tabela 17, com estes dados foram reproduzidos o perfil sensorial para as amostras protótipo (tratamento 14) e comercial, representados através dos gráficos aranha Figuras 21 a 24.

Vale ressaltar que os resultados apresentados no teste de ADQ representam o perfil do produto comercial x protótipo em termos dos atributos selecionados e não representa preferência.

TABELA 17 - MÉDIAS DE INTENSIDADE DA ESCALA DE 10 PONTOS PARA CADA DESCRITOR, PARA O TESTE DE ADQ.

	DESCRITOR	PROTÓTIPO (TRATAMENTO 14)	COMERCIAL
APARÊNCIA	Lisura	1,48[b]	7,69[a]
	Brilho	1,98[b]	7,46[a]
	Tonalidade da cor vermelha	6,46[a]	3,38[b]
ODOR	Doce	3,98[a]	6,85[a]
	Característico de Fruta	5,44[a]	4,26[a]
	Artificial de morango	3,51[b]	6,79[a]
SABOR	Gosto ácido	3,67[a]	5,06[a]
	Gosto doce	2,70[b]	6,87[a]
	Pungência	1,40[b]	5,63[a]
	Fruta Morango	4,45[a]	2,78[b]
	Artificial de morango	2,33[b]	6,31[a]
	Residual doce	2,50[b]	6,71[a]
	Residual de glicerina	2,19[b]	5,56[a]
TEXTURA	Arenosidade	3,44[a]	3,74[a]
	Gomosidade	6,50[a]	1,43[b]
	Borrachudo	8,09[a]	0,74[b]
	Adesividade	3,37[a]	3,99[a]
	Espalhabilidade	1,16[b]	8,04[a]
	Formação de fios	0,52[b]	3,17[a]

Médias (n= 10 julgadores), a,b na mesma linha com letras diferentes sobrescritas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

FIGURA 21 - VISÃO GRÁFICA GLOBAL DOS ATRIBUTOS DOS RECHEIOS DE FRUTA COMERCIAL E PROTÓTIPO PELO ADQ.

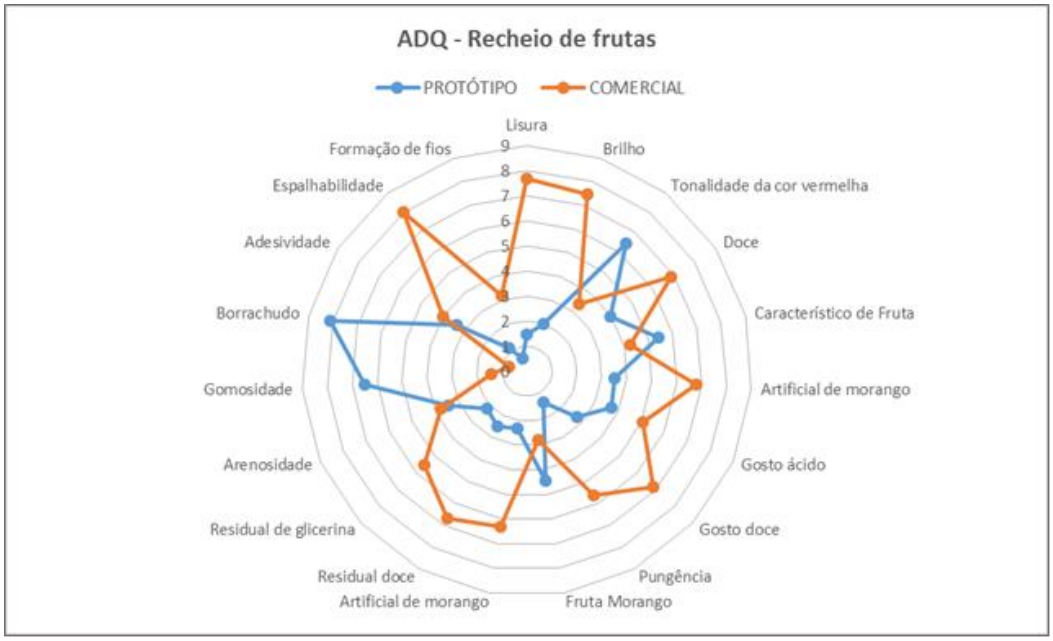


FIGURA *22*- ATRIBUTOS DE APARÊNCIA E ODOR DOS RECHEIOS DE FRUTA COMERCIAL E PROTÓTIPO.

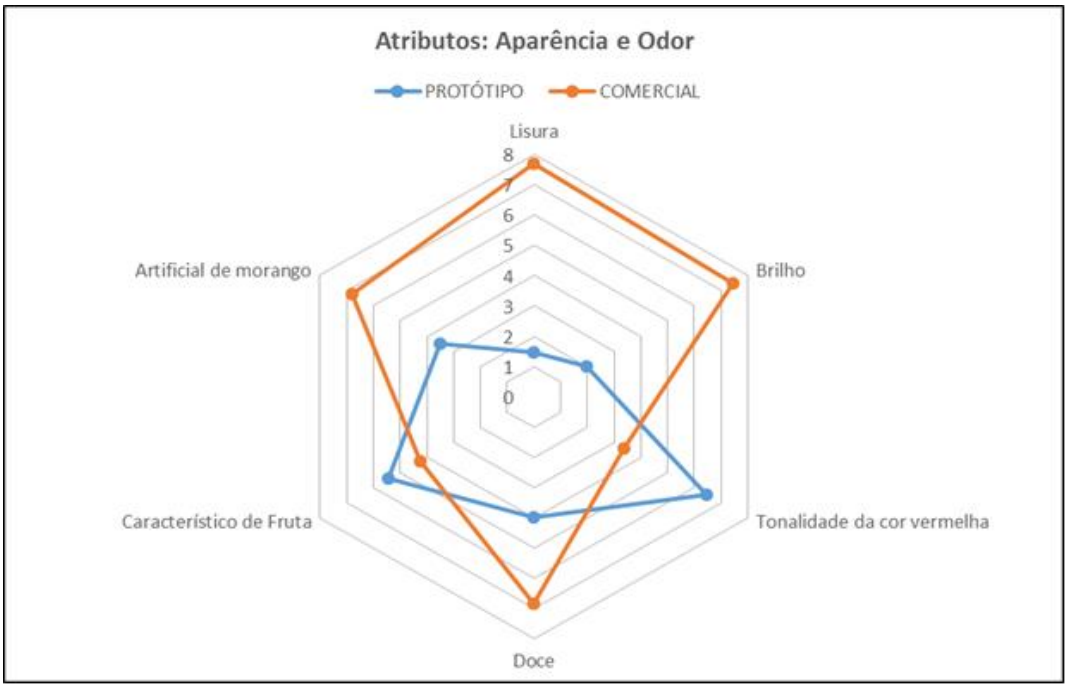


FIGURA 23 - ATRIBUTOS DE SABOR DOS RECHEIOS DE FRUTA COMERCIAL E PROTÓTIPO.

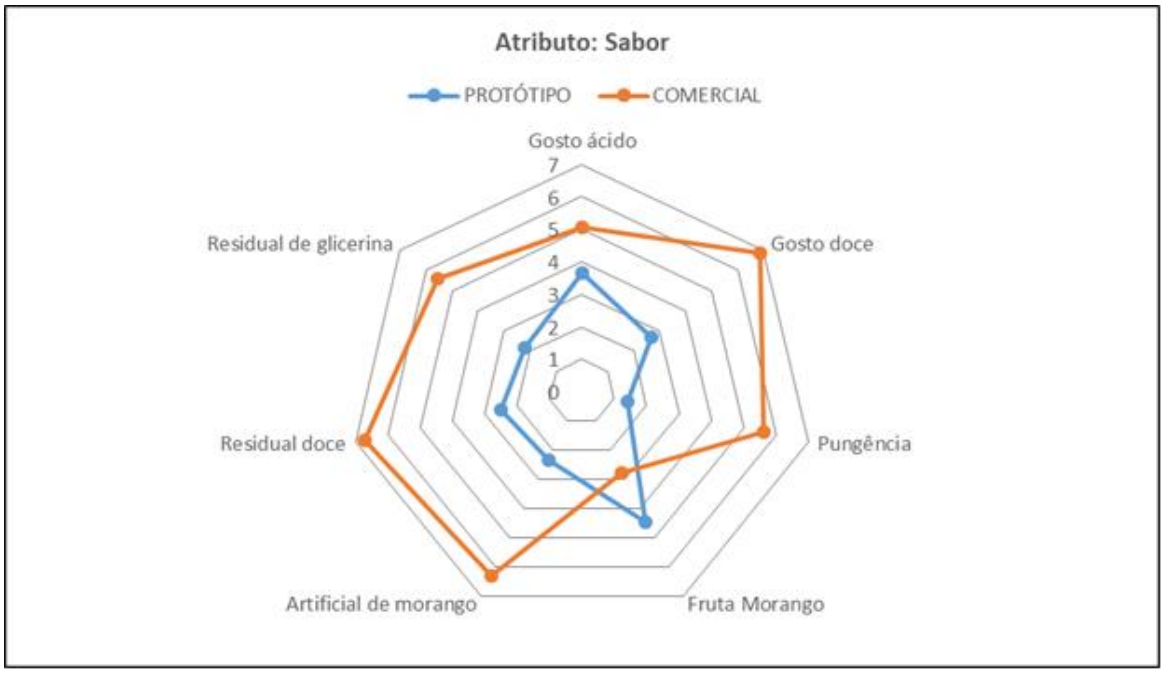
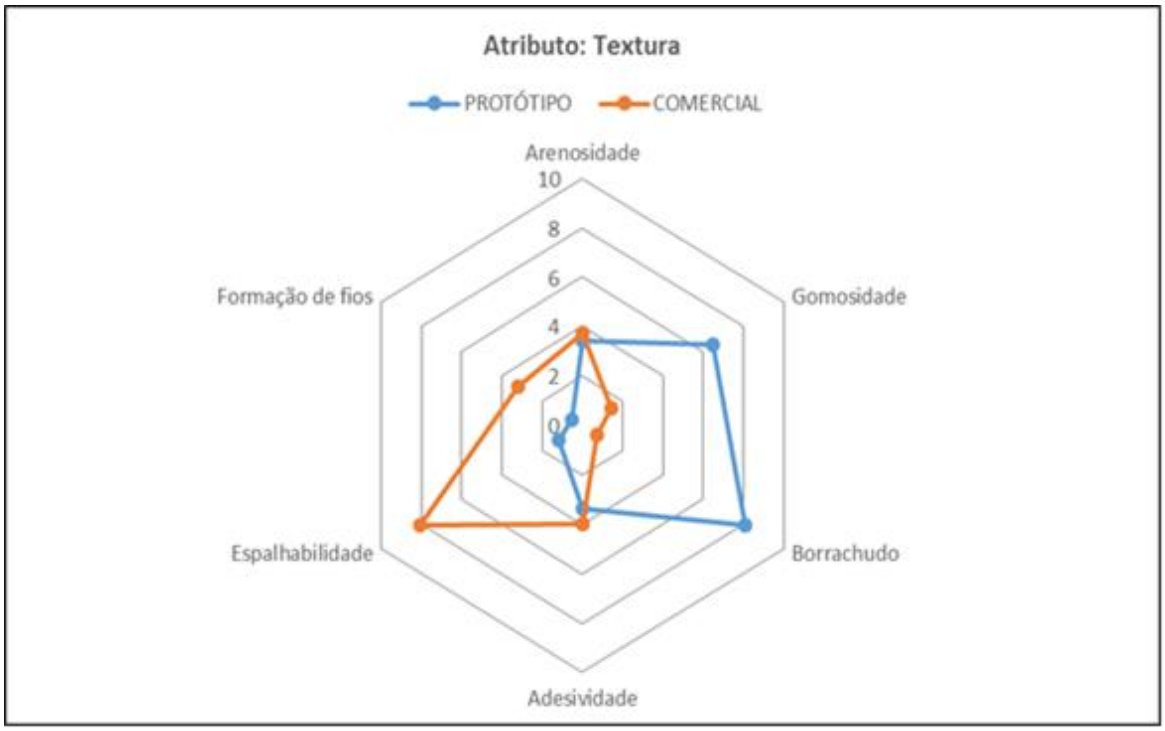


FIGURA 24 ATRIBUTOS DE TEXTURA DOS RECHEIOS DE FRUTA COMERCIAL E PROTÓTIPO



O protótipo, tratamento 14, estudado apresentou maior tonalidade da cor vermelha, odor e sabor da fruta morango mais intenso, gosto doce menos intenso, residual de glicerina menos intenso, menor espalhabilidade e menor formação de fio quando comparado ao recheio de fruta comercial, o nível de significância de 0,05.

8 CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos no presente trabalho pôde ser concluído que:

a) A farinha de banana verde com casca apresentou um valor de fibra alimentar total muito maior que a farinha de banana verde, além de alto teor de cinzas. A secagem em tambor rotativo simples reduziu drasticamente a quantidade de amido resistente presente na farinha de banana verde com casca. Entretanto, a farinha de banana verde com casca apresentou características físicas que proporcionaram a sua aplicação no desenvolvimento a frio do recheio forneável.

b) Os resultados microbiológicos da farinha de banana verde com casca atenderam à legislação da ANVISA – Resolução 12/2001, para aplicação no recheio de fruta forneável e avaliação pelo método sensorial - ADQ.

c) A melhor condição operacional de secagem da polpa de banana verde com casca em tambor rotativo simples foi com a temperatura de 148°C, pressão de 600 kPa, rotação do cilindro de 3,5 rpm e a distância dos cilindros auxiliares e o cilindro principal de 0,4 mm.

d) A micrografia dos grânulos de amido de banana verde – *Musa Cavendish* sofreram alterações tanto no tamanho e no formato. Adquiriram tamanhos maiores, achatados, sem formato definido e com grandes depressões nas superfícies do grânulo de amido seco em tambor rotativo.

e) A capacidade de absorção de água da farinha de banana verde com casca foi expressiva (500,67%), apresentando propriedades tecnológicas desejáveis, para aplicação em sistemas alimentares que requerem altos valores de absorção de água para evitar a sinerése.

f) A curva de viscosidade de cozimento da farinha de banana verde obtida em tambor rotativo simples apresentou características típicas de amido pré-gelatinizado.

g) A modelagem pelo delineamento central composto da formulação do recheio de fruta forneável, desenvolvido a frio, gerou 16 formulações associadas com as variáveis principais e os ingredientes que permaneceram fixos, resultado na principal resposta que foi a estabilidade ao forneamento.

h) A formulação com 2,88% de tabulose, 4,00% de amido de milho RD 692 – Acetilado e 8,00% de amido de milho RD712/ULTRA TEX – Fosforilado foi a que apresentou a melhor estabilidade ao forneamento com comportamento similar ao recheio de fruta comercial.

i) Quanto à textura instrumental, os resultados obtidos sugerem uma tendência de aumento de força de gel, força de ruptura, aumento da elasticidade e da adesividade do recheio com o aumento da adição de amido RD712/ULTRA TEX - Fosforilado.

j) A metodologia sensorial de Análise Descritiva Quantitativa – ADQ possibilitou qualificar 19 atributos sensoriais do recheio de fruta forneável, pelo processo a frio, e quantificá-los matematicamente.

8.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

a) Avaliar a vida-de-prateleira do recheio de fruta forneável nos aspectos microbiológicos, físico-químico e sensorial.

b) Estudar a viabilidade econômica de produção de farinha de banana verde com casca pelo processo de secagem em tambor rotativo, pela empresa em que trabalho, uma vez que permite a obtenção de produtos com maior valor nutricional;

c) Avaliar a viabilidade econômica na aplicação da farinha de banana verde com casca em matrizes alimentícias de granolas e barras de cereal.

d) Verificar a aplicação de aditivos na polpa de banana verde com casca para obtenção de um produto farináceo com tonalidade clara.

8.2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De um modo geral a banana verde (*Musa cavendish*) da variedade Caturra foi uma alternativa tecnológica viável para o processo de obtenção da farinha de banana verde com casca pela secagem em tambor rotativo. Sendo considerado um ingrediente de qualidade, principalmente pela capacidade de absorção de água, permitindo o desenvolvimento a frio de recheio de fruta estável ao forneamento

Através dos resultados obtidos constatou-se que o delineamento central composto utilizado como ferramenta estatística para otimização da formulação da matriz analisada, mostrou-se eficiente dentre as variáveis testadas. Assim sendo, verificou-se que a melhor condição foi a formulação com 2,88% de tabulose, 4,00% de amido de milho RD 692 – Acetilado e 8,00% de amido de milho RD712/ULTRA TEX – Fosforilado e 2,5% de farinha de banana verde com casca.

Além disso, foi possível traçar o perfil de textura e sensorial do recheio de fruta com estabilidade ao forneamento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE QUÍMICOS DE CEREAIS. *AACC 66*, v. 22, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE REFEIÇÕES COLETIVAS. ABERC Disponível em: http://www.aberc.com.br/noticias. Acesso em: 02 jun.2005.

ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA AGRIANUAL. *Banana*. São Paulo, p. 229-234, 2003.

ALVES, E.J.; DANTAS, J.L.L.; SOARES FILHO, W.S.; SILVA, S.O.; OLIVEIRA, M.A.; SOUZA, L.S.; CINTRA, F.L.D.; BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A.M.G.; OLIVEIRA, S.L.; FANCELLI, M.; CORDEIRO, Z.J.M.; SOUZA, J.S. Banana para exportação: aspectos técnicos da produção. Embrapa-SPI2. Brasília, v.2, p. 9-13, 1997.

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

OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF AOAC. Gaithersburg, v.16, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14140:* alimentos e bebidas – análise sensorial – teste de análise descritiva quantitativa (ADQ). Rio de Janeiro, ABNT, 1998.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; SPOTO M.H. F. Estádio de maturação e qualidade pós-colheita de goiabas 'Pedro Sato'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 29-31, 2004.

BARTHOLO, G. F. Perdas e qualidade preocupam. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 4. 1994.

BRASIL. Portaria nº 540 – SVS/MS, 27 de outubro de 1997. Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares – definições, classificação e emprego. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo*. Brasília, 1997.

BRASIL. Regulamento da ANVISA sobre padrões microbiológicos para alimentos – RDC n°12. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo*. Brasília, 2001.

BRASIL. Resolução n°263, de 22 de setembro de 2005. Aprova regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. *Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil. Poder Executivo.* Brasília, 2005

BELLO-PÉREZ, L.A.; DE FRANCISCO, A.; AGAMA-ACEVEDO, E.; GUTIERREZ-MERAZ, F. ; GARCÍA-SUAREZ, F.J.L. Morphological and molecular studies of banana starch. *Food Science and Technology International*, v.11, p.367 – 372, 2005.

BLEINROTH, E.W.; MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; DE MARTIN, Z.J.; TRAVAGLINI, D.A.; OKADA, M.; QUAST, D.G.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V.A.; BICUDO NETO, L.C.; ALMEIDA, L.A.S.B.; RENESTO, O. V. Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. *Instituto de Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 2, p. 133 – 196, 1995.

BEMILLER, J.N. Starch modification: challenges and prospects. *Starch/Stärke*, Weinheim, v.49, n.4, p. 127-131,1997.

BORGES, M. T. M. R. *Potencial vitamínico de banana verde e produtos derivados*. Campinas, p. 98, 2003.

BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; JÚNIOR, A. S.; LUCENA, E. M. P.; SALES, J. C. *Estabilidade da pré-mistura de bolo elaborado com 60% de farinha de banana verde.* Lavras, 2007.

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

CEREDA, M.P. Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas. *Série culturas de tuberosas amiláceas latino americanas*. Fundação Cargill, v. 3, p. 771, 2003.

CIACCO.C.F.; CRUZ, R. Fabricação de amido e sua utilização. *Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia*. São Paulo,.v.7, p. 146, 1982.

CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Pós colheita de banana: qualidade dos frutos-I. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, v.17, n.179, p.41-47, 1994.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. *ESAL / FAEPE*. Lavras, p. 320, 2005.

CRUZ, G. L. *Dicionário das plantas úteis do Brasil*. Rio de Janeiro, v. 5,.p.599, 1995.

DITCHFIELD, C.; TADINI, C.C. Acompanhamento do processo de amadurecimento da banana nanicão (*Musa cavendishii* Lamb.). *In: XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Porto Alegre, 2002.

EL-DASH, A; MIRANDA de M. Z. Farinha integral de trigo germinado. Características Nutricionais e estabilidade ao armazenamento. *Ciência e Tecnologia de Alimentos.* Campinas, v. 22, n. 3, p. 216-223, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *A cultura da banana.* Brasília, p. 9-10, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Disponível em:http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia40/AG01/Abertura.html. Acesso em:10 nov. 2009.

ESPINOZA-SOLIS, V.; JANE, J.; BELLO-PÉREZ, L.A. Physicochemical characteristics of starches from unripe fruits of mango and banana. *Starch/Stark.* v.61, p. 291 – 299, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Food and Agricultural commodities production*. Disponível em: http://faostat.fao.org. Acesso em: 09 nov. 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, FAO STAT *statistic database*. Disponível em: http://www.fao.org./. Atualizado em 08/08/2013. Acessado: em 02/09/2013.

FÁVARO, T. Ano bom para a banana. O Estado de Säo Paulo. *Suplemento Agrícola*. n. 2465, p.6-7, 2003.

FUNDAÇÃO DE AMPARO AO ENSINO E PESQUISA - FAEP. *Hortiqualidade, Cartilha de Classificação de frutas. 2010.*

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

FOOD INGREDIENTS BRASIL - FIB. *A celulose microcristalina na indústria alimentícia.* Ed. UBM Brazil, v.15, n. 27, p.38-42, 2013.

GARCIA, E.; LAJOLO, F.M. Starch transformation during banana ripening: The amylaseand glucosidase behavior. *Journal of Food Science*, v.53, p.1181–1186, 1988.

GIOVANNINI, E. Aproveitamento de resíduos da industrialização de frutas. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 67, 1997.

GREENSMITH, MAURICE. *Practical Dehydration*. London, v.1, p. 67-69, 1971.

HORWITZ, W. (Ed.) *Official methods of analysis of AOAC International*. Gaithersburg, v18, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Levantamento sistemático da produção agrícola.* 2012. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?z=t&o=10&i=P>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Levantamento sistemático da produção agrícola.* Out. 2013. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?z=t&o=10&i=P>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4 ed. *Método 032/IV*., Brasília, v.1, p. 116-117, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4 ed. *Método 036/IV*, Brasília, v.1, p. 122-124, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4 ed. *Método 0312/IV.* Brasília, v.1, p. 582, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4 ed. *Método 0316/IV.* Brasília, v.1, p. 577, 2005.

IZIDORO, R. D., SIERAKOWSKI, R. M.; HAMINIUK, I.W.C., SOUZA, F. C., SCHEER, P.A. Physical and chemical properties of ultrasonically, spray-dried green banana (Musa cavendish) starch. *Journal of Food Engineering*. v. 104, p. 639-648, 2011.

JANE, J. L.; KASEMSUWAN, T.; LEAS, S.; ZOBEL, H.; ROBYT, J. F. Anthology of starch granule morphology by scanning electron microscopy. *Starch/Staerke*, v.46, p. 121–129, 1994.

JUAREZ-GARCIA, E.; AGAMA-ACEVEDO, E.; SÁYAGO-AYERDI, S.G.RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S.L.; BELLO-PÉREZ, L.A. Composition, digestibility

andapplication in breadmaking of banana flour. *Plant Foods for Human Nutrition*. v.61, p.131–137, 2006.

KAYISU, K.; HOOD, L. F. Molecular structure of banana starch. *Journal of Food Science*, v.46, p.1894 – 1897, 1981.

KNEULE, DR. ING. FRIEDRICH. *El Secado*. España, cap. 2, p. 263-271, 1966.

KUNTZ, L.A. *Fruitfull Designs for Fillings and Preps*. www.foodproductdesign.com/archive/1997/0197DE.html,1997

LII, C.; CHANG, S.; YOUNG, Y. Investigation of the physical properties of banana starches. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v.47, p. 1493-1497, 1982.

LIMA , L. C., COSTA, S. M. DIAS, M. S. C., MARTINS, R. N., RIBEIRO Jr., P. M.Controle do amadurecimento de banana 'prata-anã', armazenada sob refrigeração e atmosfera modificada passiva com o uso do 1- metilciclopropeno. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 29, n.2, p.476-480, 2004.

LUNN, J.; BUTRISS, J.L. Carbohydrates and dietary fiber. *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*, v. 32, p. 21-64, 2007.

MEDEIROS, P. V. D.; MELO, J. L. S.; CARVALHO, F. G.; ALVES, J. K. P.; PEREIRA, P. M. S*. Reaproveitamento de resíduos orgânicos da CEASA/RN para o desenvolvimento de um produto desidratados e avaliação do teor de sais minerais.* Disponível: http://www.seminagro.com.br/trabalhos_publicados/1jornada>.Acesso: 2009.

MEDINA, P.V.L. Alguns aspectos da fisiologia pós-colheita e a qualidade dos produtos perecíveis. *Congresso Brasileiro de Olericultura.* EMBRAPA/DDT, Brasília,.p.150-158, 1984.

MEDINA, J.C.; BLEINROTH, E.W.; DE MARTIN, Z.J.; TRAVAGLINI, D.A.; OKADA, M.; QUAST, D.G.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V.A.; BICUDO NETO, L.C.; ALMEIDA, L.A.S.B.; RENESTO, O. V. Banana: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2ª ed. *Instituto de Tecnologia de Alimentos.* Campinas, p. 133 – 196,1995.

MEDINA, V.M.; PEREIRA, M.E.C.; BORGES, A.L.; SOUZA, L.S. Pós-colheita. O cultivo da bananeira. *Embrapa*, Cruz das Almas, cap.12, p.219, 2004.

MENEZES, H.C.; DRAETTA, I.S. Bioquímica das frutas e hortaliças. In: *Alguns aspectos tecnológicos das frutas tropicais e seus produtos.* São Paulo, 1980.

MINHOTO, M. J. *Breve histórico sobre botânica*. Disponível em: www.botanicasp.org.br/educacao/historico.htm. Acesso em: 06 jun. 2006.

MCCCLEARLY, B.V.;MONAGHAN, D.A. Mesurement of resistant starch. *Journal of AOAC International*, v.85, p. 665-675, 2002.

MORRISON, W. R., LAIIGNET, B**.** *J. Cereal Sci*. v.1, p. 9-20, 1983.

MOTA, R.V.; LAJOLO, F.M.; CIACCO, C.; CORDENUNSI, B.R. Composition and functional properties of banana flour from different varieties. *Starch/Stärke*, v.52, n. 2-3, p.63 – 68, 2000.

MUCCILLO, R.C.S.T. *Caracterização e a avaliação de amido nativo e modificado de pinhão mediante provas funcionais e térmicas*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Tese de doutorado. Porto Alegre – RS, 2009.

MUJUMDAR, A.S.; MENON, A.S. Drying of solids: principles, classification andselection of dryers. *Handbook of industrial drying*. 2nd ed. New York, vol 1, chap. 1, p. 13 – 39, 1995.

NISHINARI, K; WAND, N. H. Molecular motions in celulose derivatives, in viscoelasticity of biomaterials, *ACS Symposium Series 489, Glasser*, New York, p 357, 1992.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.;BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. N.;RUBACK, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (Passiflora edulis F. Flavicarpa) para produção de doce em calda**.** *Ciência e Tecnologia de Alimentos,* Campinas, v.22, n.3. p. 259-262, 2002.

ORDÓNEZ, Pereda Juan A. *Tecnologia de Alimentos – Componentes dos alimentos e processos.* Porto Alegre, v. 1, 2005.

ORMENESE, S. C. R. *Obtenção de farinha de banana verde por diferentes processos de secagem e aplicação em produtos alimentícios*. Campinas, 2010.

OVANDRO-MARTINEZ, M. et al., Unripe banana flour as an ingredienty to increase the undigestible carbohydrate of pasta. *Food Chemistry*, Canadá, v. 113, p.121-126, 2009

PACHECO-DELAHAYE, E.; MALDONADO, R.; PÉREZ, E.; SCHROEDER, M. Production and characterization of unripe plantain (Musa paradisiacal L.) flours. *Interciencia*, v. 33, n.4, p. 290 – 296, 2008.

PASQUALLI, Denise – *Manual de desenvolvimento e produção de recheios* –Duas Rodas. Jaraguá do Sul; 2007.

PERONI, F.H.G.; SOARES, C.A.; LOURO, R.P.; LAJOLO, F.M.; CORDENUNSI,B. R. Banana starch granule degradation. *XXI Congresso da Sociedade Brasileira de Microscopia e Microanálise*, Búzios, 2007.

RAMOS, Dayana Portes; LEONEL, Magali; LEONEL, Sarita. *Amido resistente em farinhas de banana verde.Alimentos e Nutrição*. Araraquara, v. 20, n. 3, p. 479-483, 2009.

RIBEIRO, Eliana Paula. Quimica de alimentos. *Instituto Mauá de Tecnologia* São Paulo, 2004.

ROCK, JONATHAN D., HANSEN, JOHN P., invertors; The J.M. Smucker Company, assignee. *Cold process, oven stable fruit paste and method of making such paste.* United States patente US 5932270. 1999.

SÃO PAULO. *Relatório da Sessão da Câmara.* 2003.

SÃO PAULO. *Câmara de Vereadores*. Vereador Paulo Frange, 2003.

SANGRONIS, E; MACHADO, C; CAVA R. Propriedades funcionales de las harinas de leguminosas (*Phaseolus vulgaris* y *Cajancajan*) germinadas. *Interciencia*. v. 29, n. 2,p. 80-85. 2004.

SANTOS, J. C.; SILVA, F.G.; SANTOS; J.A.B.. JÚNIOR, A.M.O. Processamento e avaliação da estabilidade da farinha de banana verde. *Exacta*. São Paulo, v. 8, n. 2, p. 219-224, 2010.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO (SEAB –PR). *Produção de banana no estado do Paraná.* Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br>, 2012.

SEYMOUR, G.B., TAYLOR, J.E. e TUCKER, G.A.. *Biochemistry of Fruit Ripening*. Chapman & Hall, London. 1993.

SILVA, C. S., LIMA L. C., SANTOS, H. S., CAMILI, E. C., VIEIRA, C. R. Y. I., MARTIN C. S., VIEITES, R. L**.** Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita*. Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, v.30, n.1, p. 103-111, 2006.

SIMABESP. Infonews simabesp 2012 . Disponível em http://www.simabesp.org.br. Acessado em: set.2014.

SIMMONDS, N.W, SHEPHERD, K. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v.55, p. 302-312, 1955.

SISTEMA BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS - SBRT. Rio de Janeiro: *Ministério da Ciência e Tecnologia***,** 2005. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt 424.pdf>. Acesso em: 22 de Agosto de 2006.

SOSULSKI, F.W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. *Cereal Chemistry*,St. Paul. n°4 v.39, p.344-350, 1962.

SOUSA, P. H. M. et al. Influência da concentração e da proporção fruto: xarope na desidratação osmótica de bananas processadas*. Ciência e Tecnologia Alimentos*, v. 23, p. 126-130, 2003.

SOUZA, A. B.; ALMEIDA, D. F.; NETTO, G. G. Importância dos amidos modificados nos alimentos processados: ingredientes em perspectiva. *Insumos.* São Paulo v. 98, p. 28 - 32, 2013.

SWINKELS, J. J. M. *Industrial starch chemistry: Properties, modifications and applications of starches.* Veendam: AVEBE, p.48, 1996.

THIES, C. *How to make microcapsules*. St Louis, Missouri: Lecture and Laboratory, 1995.

THOMAS, D.J.; ATWELL, W.A. Starch analysis methods. In: Starches. *American Association of Cereal Chemists.* St. Paul, p. 13 – 24, 1999.

TROLLER, J.A. Influence of water activity on microorganisms in foods. *Food Technology*, v.34, n.5, p.76 – 82, 1980.

VALLE, H.F., CAMARGO, *M. Yes, nós temos bananas: Histórias e receitas com biomassa de banana verde.* São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2003.

VAN DOKKUM, W. Propriedades funcionais de fibras alimentares, amido resistente e oligossacarídeos não digeríveis. In: COSTA, N.M.B.; ROSA, C.O.B.(Ed), *Alimentos funcionais*: Benefícios para a saúde. Viçosa, 2008.

VANARSDEL, B.S; WALLACE B. Food dehydration – products and technology. *The AVI Publishing Company*. Westport Connecticut Inc. v. 2, cap. 11, p. 99 – 104, 1964.

VILAS BOAS, E. V. B. Características da fruta. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, I. S. (Eds.). *Banana: pós-colheita*. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília p. 15-19, 2001.

VON LOESECKE, H. W. *Bananas.* 2nd ed. Interscience Publisher. New York, p.52-66 1950.

YUN, S. H.; MATHESON, N. K. *Starch/Starke*. V. 42, p.302- 305, 1990.ZHANG, P.; WHISTLER, R.L.; BEMILLER, J.N.; HAMAKER, B.R. Banana starch: production, physicochemical properties and digestibility - a review. *Carbohydrate Polymers*, n. 59, p. 443 – 458, 2005.

ZENEBON, O; PASCUET, N.S. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4a ed. *Ministério da Saúde/Agência Nacional de Vigilância.Sanitária.* Brasília, cap. IV, p. 119 – 121, 2005.

WANG, H. S.; NASCIMENTO, T. P.; ROCHA, G. O.; ASCHERI, J. L. R. *Farinhas de trigo e soja pré-cozidas por extrusão para massas de pizza*. Pesquisa. Agropecuaria Brasileira., v.40, n. 4, p. 389-395, 2005.

APÊNDICE

.APÊNDICE 1 – FICHA DE INFORMAÇÕES COMERCIAIS DAS AMOSTRAS DE RECHEIO DE FRUTAS ESTUDADAS

MARCA	PROTÓTIPO	COMERCIAL
DENOMINAÇÃO		
FAB./LOCAL		
VALIDADE		
INGREDIENTES		
VALOR NUTRICIONAL (100g)		

APÊNDICE 2 - DESCRITORES DOS RECHEIOS DE FRUTAS PROTÓTIPO E COMERCIAL.

	RECHEIO DE FRUTAS			
	DESCRITOR	**DEFINIÇÃO**	**REFERÊNCIA MÍNIMO**	**REFERÊNCIA MÁXIMO**
APARÊNCIA	Lisura	Característica do recheio que apresenta uma superfície (relativamente) sem aspereza.	Pasta de farinha láctea com leite (30g/100ml).	Glicose.
	Brilho	Intensidade do brilho aparente do recheio de morango.	Ausência.	Glicose.
	Tonalidade da cor vermelha	Cor predominante que aparece no recheio de fruta. Escala de tons em vermelho, desde o claro até o escuro.	Pasta de tomate cozida.	Caldo de beterraba cozida.
ODOR	Doce	Intensidade do odor adocicado do recheio sabor morango	Ausência	Recheio sabor morango marca Ritter.
	Característico de Fruta	Intensidade do odor característico da fruta morango	Ausência	Polpa de morango.
	Artificial de morango	Intensidade do odor artificial/fantasia de morango	Ausência	Brilho rollet para lábios Avon Morango.
SABOR	Gosto ácido	Intensidade do gosto ácido do recheio sabor morango.	Ausência.	Solução aquosa de ácido cítrico (1g/500ml).
	Gosto doce	Intensidade do gosto doce do recheio sabor morango.	Ausência.	Açúcar invertido.
	Pungência	Intensidade da sensação de dor, ardência, incomodo provocado ao provar o recheio de morango.	Ausência.	Cravo.
	Fruta Morango	Intensidade do sabor da fruta morango do recheio.	Ausência.	Suco de morango concentrado.
	Artificial de morango	Intensidade do sabor artificial/fantasia de morango.	Ausência.	Babaloo Morango.
	Residual doce	Intensidade do gosto residual doce do recheio sabor morango após deglutição.	Ausência.	Açúcar invertido.
	Residual de glicerina	Intensidade do sabor residual de glicerina do recheio sabor morango após deglutição.	Ausência.	Glicerina.
TEXTURA	Arenosidade	Presença de granulos pequenos no recheio sabor morango	Ausência.	Caldo de beterraba cozida.
	Gomosidade	Densidade que persiste durante a mastigação: energia requerida para desintegrar um alimento semissólido ao ponto ideal para a deglutição	Ganache.	Bala Lua Cheia.
	Borrachudo	Grau com o qual uma substância é comprimida entre os dentes, antes de romper.	Ausência.	Recheio de fruta sabor morango base mix de amidos, celulose e banana verde com casca.
	Adesividade	Força requerida para remover o material que adere à boca durante o processo normal de comer.	Ausência.	Ganache.
	Espalhabilidade	Característica de pasta com capacidade de espalhar sobre uma superfície.	Ausência.	Recheio sabor morango marca Ritter.
	Formação de fios	Formação de fios ao mexer o recheio sabor morango.	Ausência.	Marshmallow.

APÊNDICE 3 - FICHA DE ANÁLISE DESENVOLVIDA.

ADQ – RECHEIO DE FRUTAS SABOR MORANGO

NOME:_____
DATA:____/___/____

Analise cuidadosamente as duas amostras de recheio de frutas apresentadas, avaliando as características de aparência, odor, sabor e textura dos produtos. Marque com um traço a intensidade percebida do atributo. Obrigado.

APARÊNCIA:

- Lisura:

_____ |_____| Pouco Intenso ... muito Intenso
_____ |_____| Pouco Intenso ... muito Intenso

- Brilho:

_____ |_____| Ausência ... muito Intenso
_____ |_____| Ausência ... muito Intenso

- Tonalidade da cor vermelha:

_____ |_____| Pouco Intenso ... muito Intenso
_____ |_____| Pouco Intenso ... muito Intenso

ODOR:

- Doce:

_____ |_____| Ausência ... muito Intenso
_____ |_____| Ausência ... muito Intenso

- Característico da fruta:

_____ |_____| Ausência ... muito Intenso
_____ |_____| Ausência ... muito Intenso

- Artificial de morango:

_____ |_____| Ausência ... muito Intenso
_____ |_____| Ausência ... muito Intenso

SABOR:

- Gosto ácido:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

- Gosto doce:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

- Pungência:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

- Característico da fruta morango:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

- Artificial de morango:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

- Residual doce:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

- Residual de glicerina:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

TEXTURA:

- Arenosidade:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

- Gomosidade:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

- Borrachudo:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

- Adesividade:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

- Espalhabilidade:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

- Formação de fios:

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

_____ |_____| ___
Ausência muito intenso

ANEXOS

RESULTADO DE ANÁLISE DE PESTICIDAS E AGROTÓXICOS DA BANANA VERDE COM CASCA.

eurofins

Ensaios NBR ISO/IEC 17025
CRL 0225

Eurofins do Brasil Análises de Alimentos Ltda
Rod. Eng. Ermênio O. Penteado, Km 57,7 s/n
Condomínio Industriale -Prédio 1
Bairro Tombadouro
13337-300 Indaiatuba
São Paulo
BRASIL
Tel: +55 19 2107 5500
Fax: +55 19 2107 5505
PABX: +55 19 2107 5500

FelipeBarretto@eurofins.com.br
www.eurofins.com.br

POLPA BRASIL DESIDRATADOS LTDA
attn. Prado
ROD. AIRTON SENA DA SILVA S/N KM 1,0 CX POSTAL 34
SAO MIGUEL
89580000 FRAIBURGO, SC
BRASIL

Data do Relatório: 05.08.2013

Relatório de Ensaio: AR-13-GB-047390-01

Amostra 691-2013-00045662

Dados da amostra	Banana in natura - Lote: 13471
Quantidade recebida	479g
Descrição / Embalagem	Banana em embalagem plástica
Recebido(a) em:	10.07.2013
***Data do Pedido**	08.07.2013

Resultados de ensaio

GBP00 **Extração para agrotóxicos**
Método: É realizada uma única extração por amostra

GBP22 **Pesticidas Ditiocarbamatos**
Método: POP-QP001, GC-FPD
Nenhum resíduo de pesticidas quantificado

GBP60 **Pesticidas Quechers LC**
Método: POP-QP001, Quechers LC-MS/MS; POP-QP013
Nenhum resíduo de pesticidas quantificado

SPP01 **Extração para pesticidas - DFG S19**
Método: ASU L00.00-34, DFG S19; Extração Etilacetato/Ciclohexano
Análise de laboratório parceiro acreditado Eurofins Dr. Specht Laboratorien (Hamburg)

SP101 **Pesticidas Organoclorados e Piretróides**
Método: ASU L00.00-34, DFG S19; GC-ECD
Análise de laboratório parceiro acreditado Eurofins Dr. Specht Laboratorien (Hamburg)
Nenhum resíduo de pesticidas detectado

Documentos informativos relacionados aos ensaios

: Material informativo é fornecido no documento GBP22_v001-2009, versão: 1
: Material informativo é fornecido no documento GBP60, versão: 1
: Material informativo é fornecido no documento SP101, versão: 1

Os resultados se referem somente aos itens analisados. O relatório de ensaio não deve ser reproduzido, exceto por completo e com aprovação prévia, por escrito, do laboratório. Testes analisados em laboratórios parceiros não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

eurofins | GeneScan

Teste: GBP22 - Ditiocarbamatos (Frutas e Vegetais) - CG-FPD (POP - QP015/002)

Agrotóxico	LQ
Ditiocarbamatos[1]	0,05

[1]Soma de Ferban, mancoper, mancozebe, maneb, metiram, nabam, propineb, thiram, zineb e ziram expressos como CS_2.
LQ: Limite de quantificação em mg/kg

eurofins

technical information

Plifenate	LOQ	0.01	mg/kg
Polychloroterpene (Camphechlor)	LOQ	0.05	mg/kg
Profluralin	LOQ	0.002	mg/kg
Quintozene	LOQ	0.002	mg/kg
S 421 (Octachlordipropylether)	LOQ	0.005	mg/kg
Screened pesticides			
tau-Fluvalinate	LOQ	0.01	mg/kg
Tecnazene	LOQ	0.002	mg/kg
Tefluthrin	LOQ	0.01	mg/kg
Tetradifon	LOQ	0.005	mg/kg
Tetrasul	LOQ	0.01	mg/kg
Tralomethrin	LOQ	0.02	mg/kg
Transfluthrin	LOQ	0.01	mg/kg
trans-Heptachlorepoxide	LOQ	0.002	mg/kg
Triallate	LOQ	0.01	mg/kg
Trichloronat	LOQ	0.005	mg/kg
Trifluralin	LOQ	0.002	mg/kg

LOQ: Limit of Quantification

eurofins

Technical Information

Tests and packages

GBP60* Pesticides Quechers LC

	LOQ	
2.4-D	0.01	mg/kg
3-Hydroxycarbofuran	0.01	mg/kg
Fipronil	0.01	mg/kg
Phosmet	0.01	mg/kg
Abamectin	0.01	mg/kg
Acetamiprid	0.01	mg/kg
Sodium acifluorfen	0.01	mg/kg
Alachlor	0.01	mg/kg
Aldicarb	0.01	mg/kg
Ametryn	0.01	mg/kg
Atrazine	0.01	mg/kg
Azinphos-ethyl	0.01	mg/kg
Azinphos-methyl	0.01	mg/kg
Azoxystrobin	0.01	mg/kg
Benalaxyl	0.01	mg/kg
Bentazone	0.01	mg/kg
Boscalid	0.01	mg/kg
Buprofezin	0.01	mg/kg
Carbaryl	0.01	mg/kg
Carbendazim	0.005	mg/kg
Carbofuran	0.01	mg/kg
Carbosulfan	0.01	mg/kg
Cyanazine	0.01	mg/kg
Cyanophos	0.01	mg/kg
Cyproconazole	0.01	mg/kg
Cyprodinil	0.01	mg/kg
Cyromazine	0.02	mg/kg
Clethodim	0.01	mg/kg
Chlorimuron-ethyl	0.01	mg/kg
Chlorpyrifos (-ethyl)	0.01	mg/kg
Chlorpyrifos-methyl	0.01	mg/kg
Clothianidin	0.01	mg/kg
Coumaphos	0.01	mg/kg
Diafenthiuron	0.02	mg/kg
Diazinon	0.01	mg/kg
Difenoconazole	0.01	mg/kg
Diflubenzuron	0.01	mg/kg
Dimethoate	0.01	mg/kg
Dimethomorph	0.01	mg/kg
Diuron	0.01	mg/kg
Epoxyconazol	0.01	mg/kg

(The * sign indicates the test is accredited) (¤:The accreditation status of the test depends on the type of sample.)(¤:The accreditation status of the test depends on the regulation area.) (The § sign indicates the test is not accredited for all parameters)

eurofins

Technical Information

Spinosad A	0.01	mg/kg
Spinosad D	0.01	mg/kg
Spinosyn A	0.01	mg/kg
Spinosyn D	0.01	mg/kg
Spirodiclofen	0.01	mg/kg
Ethiofencarb (sum)	0.05	mg/kg
Etofenprox	0.01	mg/kg
Etrimfos	0.01	mg/kg
Famoxadone	0.01	mg/kg
Phenothrin	0.01	mg/kg
Fenpyroximate	0.01	mg/kg
Fenpropathrin	0.01	mg/kg
Fenthion	0.01	mg/kg
Phenthoate	0.01	mg/kg
Fluazifop-P-butyl	0.01	mg/kg
Fludioxonil	0.01	mg/kg
Flufenoxuron	0.01	mg/kg
Fluquinconazole	0.01	mg/kg
Fluroxypyr-Methylheptyl	0.01	mg/kg
Flutriafol	0.01	mg/kg
Fomesafen	0.01	mg/kg
Phosphamidon	0.01	mg/kg
Haloxyfop-R-methyl	0.01	mg/kg
Heptenophos	0.01	mg/kg
Hexazinone	0.01	mg/kg
Imazalil	0.01	mg/kg
Imazethapyr	0.01	mg/kg
Imidacloprid	0.01	mg/kg
Indoxacarb	0.01	mg/kg
Iprodione	0.02	mg/kg
Lactofen	0.01	mg/kg
Linuron	0.01	mg/kg
Lufenuron	0.01	mg/kg
Malathion	0.01	mg/kg
Metalaxyl	0.01	mg/kg
Methamidophos	0.01	mg/kg
Metconazole	0.01	mg/kg
Methidathion	0.01	mg/kg
Methoxyfenozide	0.01	mg/kg
Mevinphos	0.01	mg/kg
Myclobutanil	0.01	mg/kg
Monocrotophos	0.01	mg/kg
no pestcide residues detectable		
Oxamyl	0.01	mg/kg
Pendimethalin	0.01	mg/kg
Pyraclostrobin	0.01	mg/kg
Pyrazophos	0.01	mg/kg
Pyridaben	0.01	mg/kg
Pyrimethanil	0.01	mg/kg
Pyriproxyfen	0.01	mg/kg

(The * sign indicates the test is accredited) (¤:The accreditation status of the test depends on the type of sample.)(∞:The accreditation status of the test depends on the regulation area.) (The § sign indicates the test is not accredited for all parameters)

eurofins

Technical Information

Prochloraz	0.01	mg/kg
Prometryn	0.01	mg/kg
Propargite	0.01	mg/kg
Propiconazole	0.01	mg/kg
Sulfluramid	0.01	mg/kg
Tebuconazole	0.01	mg/kg
Teflubenzuron	0.01	mg/kg
Tetraconazole	0.01	mg/kg
Thiabendazole	0.01	mg/kg
Thiacloprid	0.01	mg/kg
Thiamethoxam	0.01	mg/kg
Triadimenol	0.01	mg/kg
Triazophos	0.01	mg/kg
Tricyclazole	0.01	mg/kg
Trichlorfon	0.01	mg/kg
Trifloxystrobin	0.01	mg/kg
Triflumizole	0.01	mg/kg
Vamidothion (sum)	0.01	mg/kg
Zoxamide	0.01	mg/kg

LOQ: Limit of Quantification

(The * sign indicates the test is accredited) (¤:The accreditation status of the test depends on the type of sample.)(∞:The accreditation status of the test depends on the regulation area.) (The § sign indicates the test is not accredited for all parameters)