



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

TESE DE DOUTORADO

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSAMENTO E ARMAZENAMENTO DE
PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**EXTRAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO AMIDO DO ENDOCARPO DA PITOMBA NA
ELABORAÇÃO DE CATCHUP E NO DESENVOLVIMENTO DE
REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS**

DEISE SOUZA DE CASTRO

CAMPINA GRANDE – PB

FEVEREIRO/ 2019

DEISE SOUZA DE CASTRO

**EXTRAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO AMIDO DO ENDOCARPO DA PITOMBA NA
ELABORAÇÃO DE CATCHUP E NO DESENVOLVIMENTO DE
REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Agrícola.

Orientadores: Prof. Dr. Wilton Pereira da Silva

Prof^a. Dr^a. Josivanda Palmeira Gomes

CAMPINA GRANDE – PB

FEVEREIRO/ 2019

C355e Castro, Deise Souza de.
Extração e utilização do amido do endocarpo da pitomba na elaboração de catchup e no desenvolvimento de revestimentos comestíveis / Deise Souza de Castro. – Campina Grande, 2019.
133 f.: il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2019.
"Orientação: Prof. Dr. Wilton Pereira da Silva, Prof.ª Dr.ª Josivanda Palmeira Gomes".

Referências:

1. *Talisia Esculenta*. 2. Amilose. 3. Espessante. 4. Conservação pós-colheita. I. Silva, Wilton Pereira da. II. Gomes, Josivanda Palmeira. III. Título.

CDU 664.2:621.928.44(043)




PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA TESE

DEISE SOUZA DE CASTRO


**EXTRAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO AMIDO DO ENDOCARPO DA PITOMBA NA
ELABORAÇÃO DE CATCHUP E NO DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTOS
COMESTÍVEIS**

APROVADO: 18 de fevereiro de 2019


BANCA EXAMINADORA



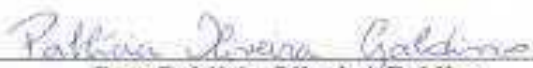
Dr. Wilton Pereira da Silva
Orientador – UAF/UFCG




Dra. Josivanda Palmeira Gomes
Orientadora – UAEA/CTRN/UFCG




Dra. Cleide Maria Diniz Pereira da Silva e Silva
Examinadora – UAF/UFCG



Dra. Pablicia Oliveira Galdino
Examinadora – CCT/UEPB



Dra. Angela Maria Santiago
Examinadora – CCT/UEPB



Dra. Inácia dos Santos Moreira
Examinadora – PNPD/CAPES

“Seja forte e corajoso.”
(Josué 1:9)

*Aos meus pais Adhailton (in memoriam) e Maria das Graças,
aos meus avós Francisco e Francisca (in memoriam).*

Dedico

Agradecimentos

Agradeço a Deus em sua infinita bondade, por permitir a realização desta conquista.

À minha mãe Maria das Graças, meus irmãos Denise e Júnior, meu avô Francisco e minha sobrinha Lívia Maria por entenderem a minha ausência e incentivarem-me a seguir.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande pela oportunidade de qualificação.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento pela concessão da bolsa.

Aos meus orientadores Wilton Pereira da Silva e Josivanda Palmeira Gomes, por toda confiança depositada ao longo dos 4 anos, e pelo exemplo de profissionalismo e humildade.

A todos os professores que compõem a Área de Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas: Rossana, Alexandre, Diassis, Mozaniel e Ana Paula, pelo conhecimento repassado.

À Banca Examinadora, Wilton Pereira da Silva, Josivanda Palmeira Gomes, Cleide Maria Diniz Pereira da Silva e Silva, Pablícia Oliveira Galdino, Ângela Maria Santiago e Inácia dos Santos Moreira.

Aos meus amigos Inácia Moreira, Luzia Márcia, Jacinete Lima, Gabriele Ribeiro, Francinalva Cordeiro, Elisabete Piancó, Danielle Martins, Alycia Luna e Janaina Soares.

Aos colegas de Doutorado e amigos do bloco CZ: Raphaela Maceió, Tharcia Kiara, Bruno Adelino, Jemima Lisboa, Maria José, João Paulo, Yvana Maria, Francislaine e Francilânia, pelo convívio e cumplicidade.

A Renan Elan pela atenção e disponibilidade, por sempre ouvir as lamentações de medo e angústia e não me deixar desanimar.

A todos os colegas de laboratório que de forma indireta contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XIV
LISTA SIGLAS E ABREVIATURAS	XVI
RESUMO	XVII
ABSTRACT	XVIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo geral	2
1.1.1 Objetivos específicos	2
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Pitomba	4
2.2 Estrutura e composição do amido	5
2.3 Propriedades de importância dos amidos	8
2.4 Amidos de diferentes espécies vegetais	10
2.5 Extração de amido	12
2.6 Utilização do amido	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	17
3.1 Matéria-prima	17
3.1.1 Análises físicas dos frutos de pitomba	17
3.1.1.1 Massa individual	17
3.1.1.2 Diâmetros	17
3.1.1.3 Volume do fruto (V_R)	18
3.1.1.4 Massa específica real (ρ_r)	18
3.1.1.5 Cor	18
3.1.2 Processamento dos frutos	18
3.1.3 Caracterização físico-química do endocarpo da pitomba	19
3.1.3.1 Teor de água	19
3.1.3.2 Atividade de água	19
3.1.3.3 Cinzas	20
3.1.3.4 Proteína	20

3.1.3.5 Lipídios	20
3.1.3.6 Amido	20
3.1.3.7 Cor	21
3.2 Extração do amido	21
3.3 Rendimento de extração	22
3.4 Caracterização dos amidos	23
3.4.1 Densidade aparente	23
3.4.2 Densidade compactada	23
3.4.3 Fator de Hausner e índice de compressibilidade	24
3.4.4 Ângulo de repouso estático	24
3.5 Escolha do melhor método de extração do amido	24
3.5.1 Análise toxicológica	25
3.5.2 Compostos fenólicos totais	25
3.5.3 Propriedades funcionais do amido de pitomba	25
3.5.3.1 Poder de inchamento e índice de solubilidade	26
3.5.3.2 Teor de amilose	26
3.5.3.3 Amilopectina	27
3.5.3.4 Gelificação	27
3.5.3.5 Claridade da pasta	27
3.5.3.6 Capacidade de absorção de água e óleo	28
3.5.4 Calorimetria exploratória diferencial (DSC)	28
3.5.5 Perfil de viscosidade em RVA (Rapid Visco Analyser)	28
3.5.6 Microscopia eletrônica de varredura	29
3.5.7 Comportamento reológico	29
3.5.7.1 Ajuste matemático para o comportamento reológico do amido	29
3.5.8 Isotermas de adsorção de umidade	31
3.5.8.1 Ajuste matemático para as isotermas de equilíbrio higroscópico	31
3.5.9 Elaboração do catchup	32
3.5.9.1 Armazenamento	33
3.5.10 Análise microbiológica	34
3.5.11 Análise sensorial	34
3.5.12 Desenvolvimento de revestimento comestível com amido de pitomba ...	35
3.5.12.1 Aplicação do revestimento comestível	35

3.5.12.1.1 Perda de massa (PM)	36
3.12.1.2 Variação dos diâmetros longitudinal e transversal	36
3.12.1.3 Cor da casca e da polpa	36
3.12.1.4 Teor de sólidos solúveis (SS)	36
3.12.1.5 Acidez titulável (AT)	36
3.13 Análise estatística	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1 Caracterização física dos frutos e físico-química do endocarpo da pitomba	38
4.2 Caracterização física e físico-química dos amidos	41
4.3 Caracterização toxicológica e química do amido	46
4.4 Características funcionais do amido	47
4.5 Calorimetria exploratória diferencial (DSC)	51
4.6 Perfil de viscosidade em RVA (Rapid Visco Analyser).....	52
4.7 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)	53
4.8 Comportamento reológico da pasta de amido	54
4.9 Isoterma de adsorção de umidade	62
4.10 Armazenamento do catchup	66
4.10.1 Sinérese	66
4.10.2 Viscosidade aparente	69
4.11 Análises Microbiológicas	74
4.12 Análise sensorial dos catchups	75
4.13 Armazenamento da manga ‘Tommy Atkins’ com revestimento	77
5. CONCLUSÕES.....	90
SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	92
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
7. APÊNDICES	112

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Frutos de <i>Talisia esculenta</i> no cacho com epicarpo (A) e semente sem arilo comestível (B)	04
Figura 2.2	Representação da estrutura da amilose	06
Figura 2.3	Representação da amilopectina	06
Figura 2.4	Estrutura das cadeias de amilopectina	07
Figura 3.1	Fluxograma de processamento para obtenção do endocarpo da pitomba.....	19
Figura 3.2	Fluxograma de obtenção do amido em solução de metabissulfito de sódio.....	21
Figura 3.3	Fluxograma de obtenção do amido em solução de hidróxido de sódio...	22
Figura 3.4	Fluxograma de produção do catchup.....	33
Figura 4.1	Amido de pitomba obtido em solução de metabissulfito de sódio (A) e em solução de hidróxido de sódio (B).....	45
Figura 4.2	Poder de inchamento (A) e índice de solubilidade (B) do amido de pitomba.....	47
Figura 4.3	Clareza da pasta de amido após zero (A), 24 (B), 48 (C) e 96 (D) h. de armazenamento.....	50
Figura 4.4	Capacidade de absorção de água e óleo do amido nativo de pitomba.....	50
Figura 4.5	Fotomicrografias do amido de pitomba aumentado 100 (A), 1000(B) e 2000 (C) vezes.....	53
Figura 4.6	Reogramas das pastas de amido de pitomba nas concentrações de 2 (A), 4 (B) e 6% (C) sob diferentes temperaturas, ajustados ao modelo de Lei da Potência.....	62
Figura 4.7	Isoterma de adsorção de água do amido de pitomba, em diferentes temperaturas, ajustadas ao modelo de Peleg.....	65
Figura 4.8	Evolução da sinérese dos catchup armazenados durante 180 dias à 7 °C. F1= 0,5% de amido de pitomba; F2 = 1% de amido de pitomba; F3= 0,5% de amido de milho comercial; F4= 1% de amido de milho comercial; F5 = controle	66
Figura 4.9	Evolução da sinérese dos catchups armazenados durante 150 dias à 25 °C. F1 = 0,5% de amido de pitomba; F2 = 1% de amido de pitomba; F3	

- = 0,5% de amido de milho comercial; F4 = 1% de amido de milho comercial; F5 = controle..... 68
- Figura 4.10** Comportamento da viscosidade aparente dos catchup armazenados aos 0 (A), 30 (B), 60 (C), 90 (D), 120 (E), 150 (F) e 180 (G) dias à 7 °C. F1 = 0,5% de amido de pitomba; F2 = 1% de amido de pitomba; F3= 0,5% de amido de milho comercial; F4 = 1% de amido de milho comercial; F5 = controle..... 70
- Figura 4.11** Comportamento da viscosidade aparente dos catchup armazenados aos 0 (A), 30 (B), 60 (C), 90 (D), 120 (E) e 150 (F) dias à 25 °C. F1 = 0,5% de amido de pitomba; F2 = 1% de amido de pitomba; F3= 0,5% de amido de milho comercial; F4= 1% de amido de milho comercial; F5 = controle 73
- Figura 4.12** Notas médias dos atributos sensoriais dos catchups atribuídas pelos provadores. F1 = 0,5% de amido de pitomba; F2 = 1% de amido de pitomba; F3= 0,5% de amido de milho comercial; F4= 1% de amido de milho comercial; F5 = controle..... 75
- Figura 4.13** Intenção de compra dos catchups atribuídas pelos provadores. F1 = 0,5% de amido de pitomba; F2 = 1% de amido de pitomba; F3= 0,5% de amido de milho comercial; F4= 1% de amido de milho comercial; F5 = controle 76
- Figura 4.14** Perda de massa das mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba à 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba à 25 °C; TR2= 3% de amido de pitomba à 5 °C; TA2= 3% de amido de pitomba à 25 °C; CTR = controle à 5 °C; CTA= controle à 25 °C..... 78
- Figura 4.15** Variação do diâmetro longitudinal de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba à 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba à 25 °C; TR2= 3% de amido de pitomba à 5 °C; TA2= 3% de amido de pitomba à 25 °C; CTR = controle à 5 °C; CTA= controle à 25 °C..... 80
- Figura 4.16** Variação do diâmetro transversal de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba à 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba à 25 °C; TR2= 3% de amido de pitomba à 5 °C; TA2= 3% de amido de

	pitomba à 25 °C; CTR = controle à 5 °C; CTA= controle à 25 °C.....	81
Figura 4.17	Luminosidade da casca de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba à 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba à 25 °C; TR2= 3% de amido de pitomba à 5 °C; TA2= 3% de amido de pitomba à 25 °C; CTR = controle à 5 °C; CTA= controle à 25 °C.....	82
Figura 4.18	Parâmetro a* da casca de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba à 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba à 25 °C; TR2= 3% de amido de pitomba à 5 °C; TA2= 3% de amido de pitomba à 25 °C; CTR = controle à 5 °C; CTA= controle à 25 °C.....	83
Figura 4.19	Parâmetro b* da casca de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba à 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba à 25 °C; TR2= 3% de amido de pitomba à 5 °C; TA2= 3% de amido de pitomba à 25 °C; CTR = controle à 5 °C; CTA= controle à 25 °C.....	84
Figura 4.20	Luminosidade das polpas de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba à 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba à 25 °C; TR2= 3% de amido de pitomba à 5 °C; TA2= 3% de amido de pitomba à 25 °C; CTR = controle à 5 °C; CTA= controle à 25 °C.....	85
Figura 4.21	Parâmetro a* das polpas de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba à 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba à 25 °C; TR2= 3% de amido de pitomba à 5 °C; TA2= 3% de amido de pitomba à 25 °C; CTR = controle à 5 °C; CTA= controle à 25 °C.....	86

- Figura 4.22** Parâmetro b^* das polpas de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1= 1% de amido de pitomba à 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba à 25 °C; TR2= 3% de amido de pitomba à 5 °C; TA2= 3% de amido de pitomba à 25 °C; CTR = controle à 5 °C; CTA= controle à 25 °C..... 87
- Figura 4.23** Acidez total titulável de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba à 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba à 25 °C; TR2= 3% de amido de pitomba à 5 °C; TA2 = 3% de amido de pitomba à 25 °C; CTR = controle à 5 °C; CTA = controle à 25 °C..... 88
- Figura 4.24** Sólidos solúveis totais de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1= 1% de amido de pitomba à 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba à 25 °C; TR2 = 3% de amido de pitomba à 5 °C; TA2 = 3% de amido de pitomba à 25 °C; CTR = controle à 5 °C; CTA = controle à 25 °C..... 89

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Percentual de amilose e amilopectina em amidos de diferentes fontes vegetais.....	08
Tabela 3.1	Formulações de molhos tipo catchup.....	33
Tabela 4.1	Valores médios e desvio padrão das características físicas da pitomba in natura.....	38
Tabela 4.2	Resultados das características físico-químicas do endocarpo da pitomba	40
Tabela 4.3	Resultados das análises físicas dos amidos extraídos endocarpo da pitomba.....	41
Tabela 4.4	Resultados da caracterização físico-química dos amidos extraídos em diferentes métodos do endocarpo da pitomba.....	43
Tabela 4.5	Resultado da atividade citotóxica e compostos fenólicos totais.....	46
Tabela 4.6	Propriedades funcionais do amido de pitomba.....	49
Tabela 4.7	Valores de calorimetria exploratória diferencial do amido de pitomba em comparação com amidos de abacate e jaca.....	51
Tabela 4.8	Propriedades de pasta por RVA do amido de pitomba.....	52
Tabela 4.9	Análise de variância da viscosidade aparente das pastas de amido sob diferentes concentrações (2,4 e 6%), temperaturas (5, 15, 25, 65 e 75 °C) e rotações.....	55
Tabela 4.10	Viscosidade aparente (mPa.s) das pastas de amido de pitomba com diferentes concentrações em função da temperatura e velocidade de rotação.....	55
Tabela 4.11	Parâmetros de ajuste do modelo de lei da potência aos dados reológicos de pastas de amido com diferentes concentrações e temperatura.....	57
Tabela 4.12	Parâmetros de ajuste do modelo de Mizrahi–Berk aos dados reológicos de pastas de amido com diferentes concentrações e temperatura.....	58
Tabela 4.13	Parâmetros de ajuste do modelo de Herschel–Bulkley aos dados reológicos de pastas de amido com diferentes concentrações e temperatura.....	60
Tabela 4.14	Parâmetros de ajuste do modelo de Casson aos dados reológicos de pastas de amido com diferentes concentrações e temperatura.....	61

Tabela 4.15	Parâmetros dos modelos GAB, Oswin e Peleg ajustados às isotermas de adsorção de água do amido de pitomba.....	63
Tabela 4.16	Viscosidade aparente (mPas) inicial dos catchups armazenados a 7 °C...	71
Tabela 4.17	Viscosidade aparente (mPas) inicial dos catchups armazenados a 25 °C..	74
Tabela 4.18	Valores médios dos parâmetros microbiológicos do amido de pitomba e amostras de catchups.....	74

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

a_w	Atividade de água (adimensional)
V_r	Volume (cm^{-3})
ρ_r	Massa específica real ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)
m	Massa (g)
ρ_a	Densidade aparente ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)
ρ_c	Densidade compactada ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)
FH	Fator de Hausner (adimensional)
IC	Índice de compressibilidade (%)
θ	Ângulo de repouso (adimensional)
h	Altura (cm)
D	Diâmetro (cm)
PI	Poder de inchamento ($\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)
IS	Índice de solubilidade (%)
T	Transmitância (%)
CA	Capacidade de absorção
τ	Tensão de cisalhamento (Pa)
$\dot{\gamma}$	Taxa de deformação (s^{-1})
K, Km, K_H	Índice de consistência ($\text{Pa}\cdot\text{s}^n$)
n, nM, nH	Índice de comportamento (adimensional)
K_{OM}	Raiz quadrada da tensão (Pa)
τ_{OH} , K_0	Tensão de cisalhamento inicial (Pa)
R^2	Coefficiente de determinação (adimensional)
P	Desvio percentual (%)
X_e	Teor de água de equilíbrio (% base seca)

RESUMO

O endocarpo da pitomba (*Talisia esculenta*) compõe metade do peso total deste fruto exótico brasileiro bastante apreciado no Norte e Nordeste do país. A extração do amido dessa semente é uma alternativa de uso de amidos não convencionais; assim este estudo foi realizado com o objetivo de extrair o amido do endocarpo da pitomba e avaliar seu potencial como espessante e estabilizante alimentar e no desenvolvimento de revestimento comestível. Os frutos de pitomba foram analisados quanto as propriedades físicas e seu endocarpo quanto as características físico-químicas. A extração foi realizada por dois métodos: imersão em metabissulfito de sódio e imersão em hidróxido de sódio, seguidos de caracterização física e físico-química do amido para escolha do melhor método de extração. O amido selecionado foi submetido as análises: toxicológica, química, funcionais, calorimetria exploratória diferencial, perfil de viscosidade, morfologia, reologia e isoterma de adsorção de umidade. Para testar a capacidade espessante e estabilizante do amido de pitomba e comparar com amido comercial, foram formulados catchups adicionados de 0,5 e 1% de amidos de pitomba e comercial, armazenados sob temperaturas de 7 e 25 °C acompanhando a evolução da sinérese e viscosidade aparente destas amostras. As formulações de catchup foram analisadas quanto a aceitação sensorial e intenção de compra. O amido de pitomba foi utilizado como revestimento comestível em mangas da variedade Tommy Atkins, a partir da gelatinização em água nas concentrações de 1 e 3%. Os resultados da caracterização mostraram que o amido extraído em metabissulfito de sódio apresentou superioridade em sua composição com rendimento de 44,20%, baixo conteúdo de proteína e lipídio, pureza de 77,78% e amilose de 19,25% indicando pequeno índice de retrogradação após a gelatinização. A capacidade de absorção de água e óleo foi de 89,49 e 85,07, respectivamente. A temperatura de gelatinização foi de 66,92 °C, temperatura máxima foi de 72,84 °C, entalpia de transição de 4,70 J/g, pico de viscosidade de 2531 cp, viscosidade final de 1607 cp, viscosidade de retrogradação de 551 cp, além de apresentar grânulos de superfície lisa com predominância de formato semioval, mostrando o potencial de uso desse amido na indústria de alimentos. A reologia das pastas do amido mostrou a capacidade de formar géis viscosos que se comportaram como fluido pseudoplástico, com tendência de diminuição da viscosidade aparente em função do aumento da tensão de cisalhamento e da elevação da temperatura, sugerindo aplicações destes no aumento da fluidez de líquidos. O modelo da Lei da Potência foi considerado o mais indicado para descrição dos parâmetros reológicos das pastas de amido. O modelo que melhor se ajustou aos dados experimentais das isotermas de adsorção dos amidos foi o de Peleg, classificando as isotermas como do tipo III. Os catchups formulados com adição do amido de pitomba apresentou diminuição da sinérese durante o armazenamento, sendo a concentração de 1% de amido capaz de desacelerar a sinérese do molho nas temperaturas de 7 e 25 °C, assemelhando-se a capacidade estabilizante do amido de milho. A viscosidade do catchup foi elevada com a adição do amido de pitomba que durante os primeiros dias de armazenamento apresentou aumento progressivo da viscosidade, seguido de decréscimo após os 30 dias de armazenamento. A avaliação sensorial do catchup formulado com adição de amido de pitomba, mostrou boa aceitação dos parâmetros sensoriais, sendo que não foram observadas diferenças significativas entre as características sensoriais dos catchups formulados com amido de milho. O desenvolvimento do revestimento comestível com o amido de pitomba foi eficaz na minimização das alterações pós-colheita da manga Tommy Atkins armazenada à 5 e 25 °C, assemelhando-se ao revestimento com amido de milho.

Palavras-chave: *Talisia esculenta*, amylose, thickener, post-harvest preservation.

ABSTRACT

The pitomba endocarp (*Talisia esculenta*) makes up half of the total weight of this Brazilian exotic fruit that is very appreciated in the North and Northeast of the country. The extraction of starch from this seed is an alternative of using unconventional starches; so this study was carried out with the objective of extracting the starch from the endocarp of the pitomba and evaluating its potential as a food thickener and stabilizer and in the development of edible coating. The fruits of the pitomba were analyzed for the physical properties and their endocarp as the physical-chemical characteristics. The extraction was carried out by two methods: immersion in sodium metabisulfite and immersion in sodium hydroxide, followed by physical and physicochemical characterization of the starch to choose the best extraction method. The selected starch was subjected to toxicological, chemical, functional, differential scanning calorimetry, viscosity profile, morphology, rheology and moisture adsorption isotherm. To test the thickening and stabilizing capacity of pitomba starch and to compare with commercial starch, 0.5% and 1% of commercial and pitomic starch catchups were formulated, stored under temperatures of 7 and 25 ° C, following evolution of syneresis and viscosity of these samples. Ketchup formulations were analyzed for sensory acceptance and purchase intent. Pitomba starch was used as an edible coating on Tommy Atkins mangoes from gelatinization in water at concentrations of 1 and 3%. The results of the characterization showed that the starch extracted in sodium metabisulfite showed superiority in its composition with yield of 44.20%, low content of protein and lipid, purity of 77.78% and amylose of 19.25% indicating small index of retrogradation after gelatinization. The water and oil absorption capacity was 89.49 and 85.07, respectively. The gelatinization temperature was 66.92°C, maximum temperature was 72.84°C, transition enthalpy of 4.70 J / g, viscosity peak of 2531 cps, final viscosity of 1607 cps, viscosity of retrogradation of 551 cp, besides presenting smooth surface granules with predominance of semioval format, showing the potential of use of this starch in the food industry. The rheology of starch pastes showed the ability to form viscous gels that behaved as pseudoplastic fluid, tending to decrease apparent viscosity as a function of increasing shear stress and temperature rise, suggesting applications of these in the increase of fluid flow. The Power Law model was considered the most suitable for describing the rheological parameters of starch pastes. The model that best fit the experimental data of the adsorption isotherms of the starches was that of Peleg, classifying the isotherms as type III. The catchups formulated with addition of the pitomba starch showed decrease of the syneresis during the storage, being the concentration of 1% of starch able to decelerate the sinérese of the sauce in the temperatures of 7 and 25 ° C, resembling the stabilizing capacity of the starch of corn. The ketch viscosity was increased with the addition of the pitomba starch which during the first days of storage presented progressive increase of viscosity, followed by decrease after the 30 days of storage. The sensorial evaluation of ketch formulated with the addition of pitomba starch showed good acceptance of the sensorial parameters, and no significant differences were observed between the sensorial characteristics of catchups formulated with corn starch. The development of the edible coating with pitomba starch was effective in minimizing the post-harvest changes of the Tommy Atkins mango stored at 5 and 25°C, resembling the maize starch coating.

Keywords: *Talisia esculenta*, amylose, thickener, post-harvest preservation.

1. INTRODUÇÃO

A pitomba (*Talisia esculenta*) é um membro da família Sapindaceae, que inclui várias espécies alimentares como a lichia e o guaraná. A espécie é nativa da Amazônia Ocidental e seu cultivo é realizado de forma selvagem, sendo possível encontrar o fruto em regiões de clima temperado e tropical (MAJHENIC et al., 2007; DÍAZ e ROSSINI, 2012; NERI-NUMA et al., 2014).

Riet-Correa et al. (2014) descreveram os frutos da pitomba como pequenas drupas globosas com grandes sementes oblongas, coberta por um arilo agridoce variando de branco a transparente quando a fruta está madura. Seu consumo é realizado sob a forma in natura em várias regiões do Brasil com maior frequência na região Nordeste.

O aproveitamento da polpa da pitomba é bastante restrito devido seu baixo rendimento e a dificuldade de remoção ao atingir a maturação completa, no entanto, o seu endocarpo representa cerca de 50% do peso total do fruto. Um dos maiores constituintes de carboidratos encontrados nas sementes, frutos e tubérculos é o amido; um polissacarídeo amplamente disponível nos vegetais que exibe propriedades importantes como biodegradável, biocompatível, e não tóxico, que levam a grande aplicação na indústria de alimentos, farmacêutica, biomédica e de polímeros (AFOLABI et al., 2012; MANIGLIA e TAPIA-BLÁCIDO, 2016).

Dentre suas funções na indústria alimentícia, o amido pode facilitar o processamento, fornecer textura, servir como espessante, fornecer sólidos em suspensão ou sofrer modificações em sua estrutura a fim de desempenhar funções específicas (CAVALCANTI et al., 2011; SILVA et al., 2013a). A funcionalidade do amido está relacionada às variações físico-químicas, as quais são influenciadas pela estrutura molecular, fontes vegetais da qual é extraído, temperatura de gelatinização, formação de gel e viscosidade da pasta (RONDÁN-SANABRIA e FINARDI-FILHO, 2009; CORREIA et al., 2012; RANI e CHAWHAAN, 2012; BARBI et al., 2018).

A capacidade espessante e de gelificação são as propriedades do amido que apresentam maior aplicação na indústria de alimentos com o intuito de melhorar as propriedades de textura, reológica e a capacidade de retenção de umidade (MAHMOOD et al., 2017). Na produção de molhos usados como temperos e melhoradores de sabor, o amido é utilizado para contribuir com as propriedades de viscosidade e estabilidade as quais influenciam a aceitação destes produtos (RENGSUTTHI e CHAROENREIN, 2011).

O uso de amido como revestimento comestível se dá a partir da aplicação de uma fina camada do material gelatinizado criando uma membrana semipermeável ao redor da fruta, diminuindo a taxa de respiração, perda de água e processo de oxidação, amadurecimento, perda de peso e sintomas de lesão de frutos, dando ainda uma aparência brilhante (NAWAB et al., 2017).

Devido à diversidade de aplicações do amido na indústria, torna-se necessário o estudo de fontes alternativas que substituam aquelas tradicionalmente utilizadas, devido à exploração industrial das espécies, ou ainda na tentativa de encontrar amidos adequados para aplicações específicas (PASCOAL et al., 2013; MELO NETO et al., 2015; MANIGLIA e TAPIA-BLÁCIDO, 2016; ZHOU et al., 2016).

1.1 Objetivo geral

- Extrair amido do endocarpo da pitomba e avaliar seu potencial como espessante e estabilizante alimentar e no desenvolvimento de revestimento comestível.

1.1.1 Objetivos específicos

- Caracterizar o fruto da pitomba quanto aos parâmetros físicos (massa individual, diâmetros, volume, massa específica real e cor), e seu endocarpo quanto aos parâmetros físico-químicos (teor de água, atividade de água, cinzas, proteína bruta, lipídios, amido e cor);
- Extrair amido do endocarpo da pitomba por processos diferentes e caracterizá-los quanto aos parâmetros físico-químicos e físicos (teor de água, atividade de água, cinzas, proteína bruta, lipídios, amido e cor);
- Selecionar o melhor método de extração do amido de pitomba com base nos parâmetros físico-químicos e físicos (teor de água, atividade de água, amido e luminosidade);
- Determinar as propriedades tecnológicas e funcionais do amido selecionado e caracterizá-lo quanto ao perfil de viscosidade, parâmetros reológicos e morfológicos (MEV);
- Determinar as isotermas de adsorção de água nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C do amido selecionado;

- Verificar a influência da adição de amidos (amido de pitomba e amido comercial) nas concentrações de 0,5 e 1% em molhos tipo catchup, armazenados a 7 e 25 °C por 180 e 150 dias, respectivamente;
- Analisar a aceitação dos parâmetros sensoriais (aroma, cor, sabor, aparência) e a intenção de compra das amostras de catchup adicionadas de amido de pitomba e amido comercial;
- Desenvolver revestimentos comestíveis a base do amido de pitomba e avaliar a sua influência na conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’ armazenada à 5 e 25 °C durante 20 dias.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pitomba

A espécie *Talisia esculenta*, popularmente conhecida como pitombeira, oriunda da região amazônica, pertence a família Sapindaceae, é encontrada no interior de matas densas primárias, e também em formações secundárias, mas sempre em várzeas aluviais e fundos de vales por quase todo o Brasil, Bolívia e Paraguai. A planta apresenta porte arbóreo, com altura entre 6 e 12 m e tronco entre 30 e 40 cm de diâmetro. Os frutos são globosos, granulados, apiculados e pouco pubescentes, pulverulentos, amarelados e com resíduos do cálice, geralmente monospermicos (VIEIRA e GUSMÃO, 2008; ALVES et al., 2013), conforme observado na Figura 2.1.

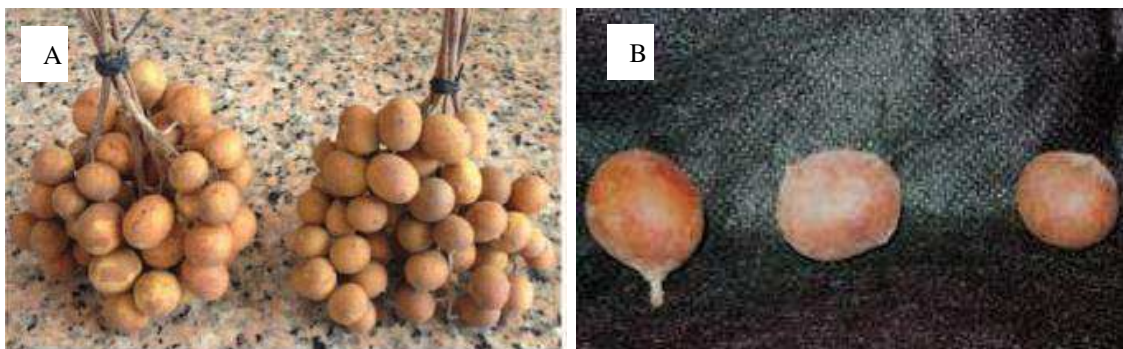


Figura 2.1: Frutos de *Talisia esculenta* no cacho com epicarpo (A) e semente sem arilo comestível (B). (Fonte: RIBEIRO, 2014).

As sementes da pitomba são alongadas, com testas avermelhadas logo após retiradas dos frutos, e escuras quando secas, envolvidas por arilo róseo-esbranquiçado, comestível, e com cotilédones espessos, quase iguais, superpostos. A espécie tem grande importância ecológica e econômica. A polpa é utilizada *in natura* e na fabricação de compotas, geleias e doces em massa com sabor semelhante ao do damasco (GUARIM NETO et al., 2003; VIEIRA e GUSMÃO, 2008). O fruto é amplamente consumido no Nordeste do Brasil, onde seu cultivo é realizado em quintais, os quais apresentam uma exploração extrativista sem nenhum uso de tecnologia voltada para a sua produção (ALVES et al., 2013; RIBEIRO, 2014).

Pesquisas envolvendo o fruto da pitomba são escassas, porém, estudos vêm sendo realizados para identificar as propriedades da pitomba com o objetivo de explorá-la industrialmente. Souza et al. (2016a) estudaram a composição fenólica e o aroma de frutos de

pitomba observando uma atividade antioxidante moderada, contribuindo com a avaliação do potencial econômico da pitomba como fonte de alimento natural da região amazônica brasileira.

Neri-Numa et al. (2014), no estudo sobre a avaliação da capacidade antioxidante dos frutos de pitomba para possíveis aplicações em suplementos e ingredientes funcionais em produtos alimentares, concluíram que a pitomba pode ser explorada como fonte de antioxidante. No entanto, os autores afirmam a necessidade de estudos futuros conduzidos de modo a investigar a toxicidade, passos de isolamento, caracterização de outros compostos e mecanismo de ação destes compostos por ensaios biológicos mais complexos.

A caracterização da polpa da pitomba foi realizada por Silva et al. (2008) em estudo sobre a composição química de frutos do cerrado brasileiro, no qual apresentou valor energético total de 56,35 Kcal/100g, umidade 83,16 b.u., proteínas 1,15 g/100g, lipídios 0,19 g/100g, carboidratos 12,51 g/100g, fibra alimentar 2,40 g/100g e resíduo mineral fixo de 0,61 g/100g.

2.2 Estrutura e composição do amido

O amido, principal substância de reserva energética vegetal, é um polissacarídeo responsável pelo fornecimento de calorias na dieta humana, é encontrado sob forma de grânulos, no endosperma de sementes de cereais e leguminosas, tubérculos, frutos, sementes de frutos e muitos outros órgãos de reserva de plantas (RAIGOND et al., 2015). Quimicamente o amido é um carboidrato formado por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio na razão 6:10:5 ($C_6H_{10}O_5$). Os dois principais componentes do amido são a amilose e amilopectina, que representam aproximadamente 98-99% do peso seco (BULÉON et al., 1998; WANI et al., 2010; LEONEL et al., 2011).

Segundo Denardin e Silva (2009) a amilose (Figura 2.2) é um polímero formado por cadeias lineares através de ligações glicosídicas α -(1,4), com poucas ligações α -(1,6) entre 0,1 e 2,2%, criando uma estrutura helicoidal na forma cristalina. A linearidade destas moléculas favorece a formação de ligações de hidrogênio com hidroxilas das cadeias poliméricas adjacentes, apresentando uma menor afinidade com a água e gerando uma solução opaca (GUERRA, 2010).

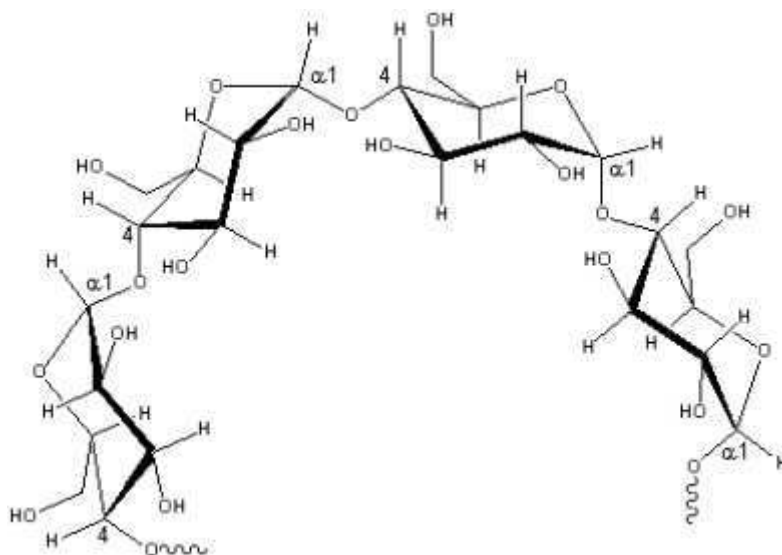


Figura 2.2: Representação da estrutura da amilose (Fonte: DENARDIN e SILVA, 2009).

Segundo Mali et al. (2002) a amilose é responsável pela capacidade de formação de filmes mais resistentes comparados à amilopectina. Leopoldino (2017) destaca que amido de alto teor de amilose formam géis relativamente rígidos e elásticos enquanto o baixo teor de amilose resulta na formação de géis fracos. O percentual de amilose do amido influencia ainda as propriedades térmicas, reológicas e características de processamento dos amidos, sendo utilizada como determinante das propriedades mecânicas, permeabilidade ao oxigênio, capacidade de absorção de água e viscosidade (ZHU et al., 2017).

A amilopectina (Figura 2.3) apresenta uma estrutura ramificada, constituída por cadeias lineares de 20 a 25 unidades de α -D-glicoses unidas em α -1,4. Essas cadeias estão unidas entre si, através de ligações glicosídicas em α -1,6 (POLESI, 2011).

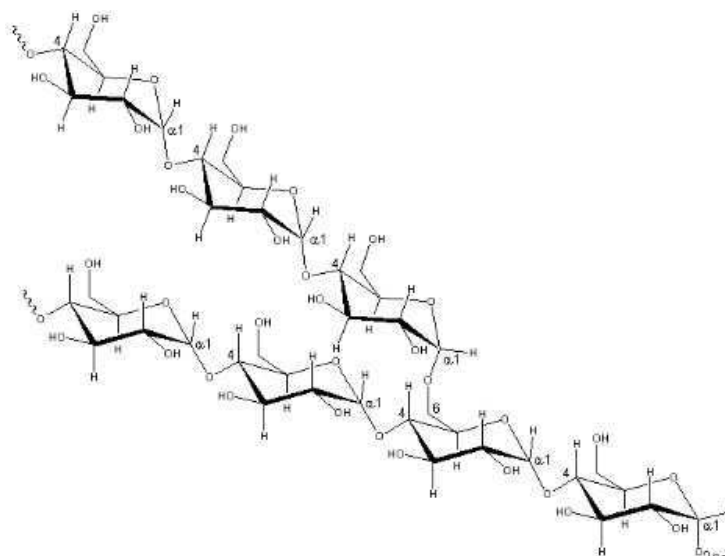


Figura 2.3: Representação da amilopectina (Fonte: DENARDIN e SILVA, 2009).

De acordo com a organização das cadeias de amilopectina, esta pode ser classificada como cadeias A, B e C (Figura 2.4). O tipo A é composto por uma cadeia não redutora de glicose unidas por ligações $\alpha - 1,4$ sem ramificações, ligada a uma cadeia tipo B por meio de ligações $\alpha - 1,6$. As cadeias do tipo B são compostas por glicoses ligadas em $\alpha - 1,4$ e $\alpha - 1,6$, contendo uma ou várias cadeias tipo A e podem conter cadeias tipo B unidas por meio de um grupo hidroxila primário. A cadeia C é única em uma molécula de amilopectina, sendo composta por ligações $\alpha - 1,4$ e $\alpha - 1,6$ com grupamento terminal redutor (LAJOLO e MENEZES, 2006).

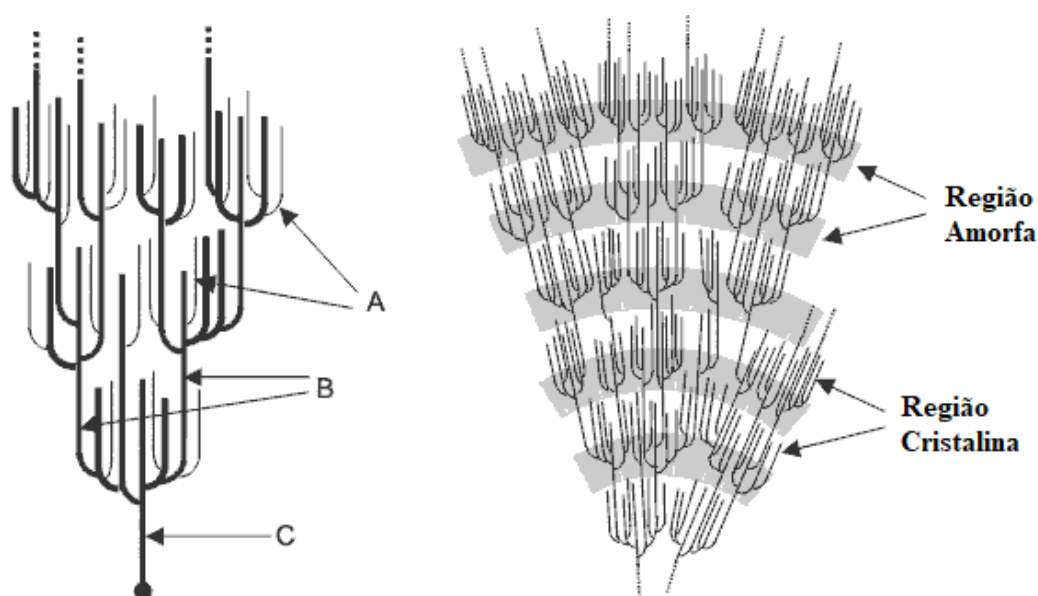


Figura 2.4: Estrutura das cadeias de amilopectina (Fonte: DENARDIN e SILVA, 2009).

A organização das cadeias de amilopectina é responsável pela cristalinidade do amido, mantendo a estrutura do grânulo, controlando o comportamento na presença de água e a resistência aos ataques químicos e enzimáticos. A cristalinidade do amido pode ser medida através de difração de raio X que conforme a fonte botânica apresenta modelos de difração característicos que se dão pelas cadeias curtas da amilopectina (CORDENUNSI et al., 2006).

A molécula de amilopectina possui uma menor facilidade de penetração de água e enzimas, sendo, portanto, mais resistente ao processo de hidrólise. Isso pode ser explicado devido ao fato da molécula de amilopectina é mais compacta comparada à amilose (TEIXEIRA, 2007).

A proporção entre amilose, amilopectina e comprimento da cadeia são influenciadas pela fonte botânica e condições climáticas de estocagem do material de origem do amido,

influenciando as características específicas da pasta e a funcionalidade do amido (ZHU et al., 2017).

A presença de componentes menores nos grânulos de amido, como proteínas, lipídios, umidade e cinzas (minerais e sais) também afetam as características do amido. A presença de lipídios e proteínas influenciam o sabor do amido (MAHMOOD et al., 2017). A Tabela 2.1 apresenta a composição de amidos oriundos de diferentes fontes vegetais.

Tabela 2.1: Percentual de amilose e amilopectina em amidos de diferentes fontes vegetais.

Fonte vegetal	Umidade (%)	Amilose (%)	Proteína (%)	Lipídios (%)	Referência
Mesocarpo de babaçu	14,80	24,38	0,13	1,16	Maniglia e Tapiá-Blácido (2016)
Maca (<i>Lepidium meyenii</i> Walpers) amarelo	ND	21,0	0,09	0,0	Zhang et al. (2017)
Maca (<i>Lepidium meyenii</i> Walpers) roxo	ND	21,3	0,10	0,0	
Maca (<i>Lepidium meyenii</i> Walpers) preto	ND	21,1	0,07	0,0	
Arroz glutinoso da Índia	ND	2,2	2,83	ND	Pachau et al. (2017)
Arroz	11,2	28,3	< 0,44	ND	Xiao et al. (2013)
Milho	11,6	27,6	< 0,44	ND	
Batata	10,8	20,3	< 0,44	ND	

ND - não declarado

Independente da fonte botânica, o teor de amilose encontra-se entre 20 e 30% em amidos normais, algumas variedades classificadas como ceroso são constituídas basicamente por amilopectina enquanto amidos com teor de amilose acima de 50% são denominados como *high amilose*, indicados como agentes espessantes e gelificantes fortes, utilizados para conferir crocância e prevenir a absorção de água e óleo em alimentos (WEBER et al., 2009).

2.3 Propriedades de importância dos amidos

As principais propriedades dos amidos são gelatinização, retrogradação, poder de inchamento, solubilidade e capacidade de retenção de água, as quais estão relacionadas à estrutura do amido, como ao tamanho molecular, grau de cristalinidade, teor de amilose, forma dos grânulos e distribuição granulométrica (JIANG et al., 2012; BERNARDO et al., 2016).

A gelatinização do amido ocorre quando este é aquecido em solução aquosa, causando o intumescimento do grânulo que é então rompido em temperaturas próximas a de ebulição, levando à liberação e solubilização da amilose e amilopectina formando uma pasta viscosa. Após resfriamento as moléculas de amilose sofrem um processo lento de reorganização conhecido por retrogradação, correspondendo a diminuição da viscosidade da pasta (DENARDIM e SILVA, 2009).

O processo de retrogradação afeta as propriedades estruturais, mecânicas e sensoriais de produtos a base de amido, resultando na precipitação, mudanças na consistência e na opacidade dos produtos. A liberação de água desses produtos durante o resfriamento e estocagem, denominada de sinérese constitui um outro problema influenciado pelo conteúdo de amilose presente no amido (SILVA, 2010).

As propriedades de gelatinização e retrogradação influenciam a textura e a estabilidade dos produtos alimentícios ao qual o amido é adicionado. Do mesmo modo, as densidades e as características de sorção de umidade são importantes para a embalagem e o armazenamento de qualquer amido que encontre aplicação em alimentos (FRANKLIN et al., 2017).

O poder de inchamento do amido, representa a capacidade de hidratação dos grânulos. Sob a forma nativa, o amido é insolúvel em água fria devido ao baixo poder de inchamento. Quando esse poder é elevado a consequência direta é o aumento na solubilidade, claridade e viscosidade da pasta de amido, características indispensáveis na projeção de equipamentos do processamento e desenvolvimento de novos produtos (ALTUNA et al., 2018).

Estudos vem sendo realizados para caracterizar as propriedades de diferentes amidos demonstrando as suas aplicações e funcionalidades. Wang et al. (2017) estudaram as propriedades de gelatinização e retrogradação dos amidos de milho e milho ceroso, observando que o maior poder de inchamento e solubilidade foi obtido por esse último. Os autores ainda relatam que a aplicação de sais aos amidos, foi capaz de alterar as propriedades, sendo que na presença de íons de sulfato o poder de inchamento, solubilidade e tamanho das partículas dos amidos foi diminuída, enquanto na presença de íons de sais de nitrato e potássio ocorreu o aumento dessas propriedades.

Propriedades térmicas e de decomposição de pastas de amido dos feijões Branco, Carioca, Preto e Fradinho foram estudadas por Figueroa et al. (2015), que constataram ocorrência de retrogradação elevada para todos os amidos, concluindo que os amidos não apresentaram divergência em função da variedade de feijão extraídos, necessitando de

trabalhos complementares para associar as características térmicas dos amidos obtidos, com possíveis aplicações tecnológicas.

Zhang et al. (2016a) pesquisaram as propriedades reológicas, de textura e de hidrólise enzimática de amido de grão-de-bico da cultivar Chinês, o qual demonstrou maior resistência ao inchaço e a ruptura quando comparado ao amido de milho, o que está associado ao seu alto teor de amilose que influencia diretamente na obtenção de um gel firme, sugerindo sua aplicação na obtenção de consistência em pastas. O amido de grão de bico apresentou ainda uma menor taxa de hidrólise quando comparado ao amido de milho, indicando uma maior resistência a digestibilidade da α -amilase durante a retrogradação.

Zhu (2017) estudando a estrutura, propriedades e aplicações de amidos de semente e rizomas de lótus, e relatou que os grânulos de amido de rizoma são significativamente maiores que o amido das sementes, contribuindo para o seu menor poder de inchamento e índice de solubilidade. O amido de rizoma apresentou menor tendência a gelatinização, quando comparada ao amido da semente de lótus, porém ambos não apresentaram boa resistência térmica.

2.4 Amidos de diferentes espécies vegetais

Os amidos comerciais são obtidos a partir de sementes de cereais, principalmente de milho comum, milho ceroso, milho de alto teor de amilose, trigo, arroz, tubérculos e raízes em especial batata e mandioca. Após a extração dos vegetais os amidos recebem a denominação de naturais ou nativos, possuindo uma larga aplicação (DAMODARAN et al., 2010).

A obtenção de amidos de fontes não convencionais, que não competem como fonte de alimentação da população humana deve ser exploradas (ESTRADA-LEÓN et al., 2016) tendo em vista a exploração industrial deste ingrediente. Sajitha e Sasikumar (2015) relatam a necessidade de prudência na exploração das espécies e sugerem a utilização de fontes alternativas de amido como forma de prevenir um possível problema, indicando as espécies de cúrcuma como promissoras fontes de amido por apresentarem propriedades físico-químicas distintas e desejáveis para diferentes aplicações. O amido obtido da espécie cúrcuma amada apresentou maior poder de inchamento indicando potencial de uso na indústria de alimentos, enquanto *C. Caesia* ofereceu um amido com baixa solubilidade, desejável para as indústrias farmacêutica e têxtil. Apesar da peculiaridade dos amidos obtidos das diferentes espécies as espécies de cúrcuma aparecem como promissoras fontes alternativas de amido para uso comercial, devido as facilidades no cultivo e adaptabilidade a condições climáticas adversas.

Belhadi et al. (2013) estudaram a extração de amido de grãos de sorgo cultivados na Argélia e afirmam que os amidos estudados apresentam alto percentual de fibra e proteína, com grânulos em tamanho grande, rendimento satisfatório e boa pureza tanto para o sorgo branco quanto para o vermelho. As características apresentadas por este amido sugerem potencial de utilização na nutrição e na tecnologia de alimentos, devido a elevada porcentagem de proteínas e fibras, o que caracteriza um amido resistente a digestão capaz de proporcionar melhor textura quando adicionado como ingrediente.

A extração e caracterização do amido do fruto da pupunha foi realizada por Melo Neto et al. (2015), os quais detectaram baixo poder de inchamento e de solubilidade em água para o amido, o qual apresentando baixa resistência térmica com temperatura de gelatinização na faixa de 65 – 70 °C, assemelhando-se a amidos de outras fontes botânicas tradicionais como milho e batata utilizadas na indústria de alimentos. Os autores apontam a substituição dos amidos tradicionais por amido de pupunha como promissora na melhoria de textura de alimentos ou ainda na formulação de embalagens biodegradáveis.

Maniglia e Tapia-Blácido (2016) isolaram o amido do mesocarpo do coco babaçu, e obtiveram propriedades distintas variando com o método de isolamento. Os autores concluíram, que as propriedades funcionais do amido do mesocarpo do babaçu apresentaram potencialidades para aplicação como ingrediente alimentar e na produção de filmes biodegradável. Sharlina et al. (2017) realizaram a extração e caracterização físico-química de tubérculos de *Dioscorea pyrifolia*, relatando alto teor de amilose desse amido o que é desejável para aplicação do mesmo como ingrediente na produção de massas, pão, material de revestimentos alimentícios, hidrogéis, filmes, membranas e adesivos.

Pascoal et al. (2013) extraíram e caracterizaram amido de frutos da lobeira (*Solanun lycocarpum*), o qual apresentou 34,66% de amilose, 38,00% de cristalinidade, uma quantidade considerável de amilopectina e alto grau de homogeneidade, caracterizando-o como promissor para aplicações biotecnológicas. Souza et al. (2016b) extraíram amido de farinha de arroz por um método alcalino rápido obtendo resultados positivos na redução de custos, no entanto, os autores sugerem novos estudos a partir do amido de arroz, que apresentou características promissoras de utilização como ingrediente em indústrias químicas e de alimentos.

As propriedades físico-químicas do amido de três variedades de maca (*Lepidium meyenii Walpers*) foram estudadas por Zhang et al. (2017); estes autores afirmam que os amidos obtidos possuem alto poder de inchamento e índice de solubilidade em água, elevada viscosidade, baixa resistência ao cisalhamento e alta tendência à retrogradação, sugerindo a

utilização desses amidos em produtos alimentares e não alimentares submetidos a baixas temperaturas de processamento.

Pinyo et al. (2016) estudando o pré-tratamento enzimático na extração e caracterização de amido de sagu, perceberam aumento no rendimento da extração atingindo 71,36% e melhorou a qualidade dos grânulos do amido proporcionando fortalecimento da estrutura granular diante das variações térmicas, maior resistência ao choque e cristalização do amido, aumento do poder de inchamento e solubilidade resultando em um baixo grau de retrogradação. Os autores recomendam a adequação do amido de sagu em conservas, produtos alimentares refrigerados ou congelados.

Roznowski et al. (2017) realizaram a extração do amido de abóbora e afirmam que o amido obtido é uma fonte potencial de extração natural deste componente possuindo ótimas propriedades para a tecnologia de alimentos que fornecem a possibilidade de redução de aditivos em alimentos processados.

2.5 Extração de amido

Os processos de extração de amido são comumente realizados por moagem úmida, no qual ocorre a precipitação de proteínas e fibras juntamente com o sedimentado de amido. A extração úmida envolve a imersão da semente ou outro produto, em água destilada que pode ou não conter cloreto de sódio para a extração de proteínas solúveis (ABU et al., 2006). A adição de uma pequena proporção de metabissulfito de sódio na água de imersão foi relatado em muitos estudos para evitar o possível escurecimento além de enfraquecimento da rede de proteínas (AGGARWAL et al., 2004; GUZEL e SAYAR, 2012; TAY et al., 2013).

A hidrólise enzimática também é utilizada como método de isolamento do amido. Villarreal et al. (2013) estudaram o isolamento do amido de grãos de amaranto pelos métodos de imersões sucessivas em solução de hidróxido de sódio (0,25g / 100 mL) e hidrólise enzimática, verificando que ambos os métodos são adequados para extrair amido de grãos previamente moídos.

O método alcalino para extração de amido mostra-se eficiente quando aplicado em concentrações superiores a 1%, porém, gera efluentes indesejáveis durante o processo, cujo tratamento produzem custos adicionais de produção. O método por hidrólise enzimática envolve um maior tempo para a extração do amido, por aumentar o custo de capital, necessitando ainda da utilização de substâncias tóxicas para a conservação (LUNDUBWONG e SEIB, 2000; VILLARREAL et al., 2013).

A extração de amido quase sempre inclui três fases sucessivas: uma fragmentação anatômica, quebra de células e processos de separação/purificação (LIU, 2005). Os procedimentos de extração afetam a composição química e as propriedades do amido, o que justificando a identificação do método de isolamento mais adequado (CORREIA et al., 2012; CORREIA et al., 2013). Leonel et al. (2011) realizaram a extração do amido de diferentes genótipos de bananeira a partir da trituração em solução de ácido ascórbico (1%) seguido de decantações sucessivas e secagem. Ao caracterizarem os amidos de bananeira os autores concluíram que os frutos verdes apresentaram maior quantidade de amido entre os genótipos estudados.

Oliveira et al. (2009) e Clerici et al. (2011) estudaram a extração do amido nativo em solução de bissulfito de sódio (0,2%), de grão-de-bico (*Cicer arietinum*) e fruto do lobo (*Solanum lycocarpum*), respectivamente, afirmando a viabilidade de utilização dos mesmos sob diferentes formas de aplicação na indústria e beneficiamento de produtos agrícolas.

Estrada-León et al. (2016) isolaram amido de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) isolados a partir dos métodos de bissulfito de sódio, água destilada, e maceração ácida e observaram que o maior rendimento foi obtido pelo método de extração em bissulfito de sódio o qual isolou amido com as melhores propriedades de uso na indústria de alimentos.

2.6 Utilização do amido

De todo amido empregado nas indústrias, cerca de 60% é utilizado pela indústria alimentícia para fabricação de produtos de panificação, molhos, sopas, doces, xaropes de açúcar, sorvetes, salgadinhos, produtos à base de carne, alimentos infantis, entre outros, 40% em produtos farmacêuticos e de fins não alimentícios, como fertilizantes, revestimentos de sementes, papel, papelão, material de embalagem, adesivos, têxteis, tecidos, fraldas, bioplásticos, materiais de construção, cimento e para perfuração de petróleo (LEONEL, 2007; COPELAND et al., 2009).

A utilização do amido na indústria alimentícia tem-se dado devido às propriedades espessantes e gelificantes, por serem bons reguladores e estabilizadores de textura, além de atuarem como ingrediente para retenção de água (ADEBOWALE et al., 2006; CAVALCANTI et al., 2011; MORET-TATAY et al., 2015; WANG et al., 2016). Esses são utilizados como ingredientes, componentes básicos ou aditivos para melhorar a fabricação, apresentação ou conservação de produtos, desempenhando papel relevante no controle das características de um

grande número de alimentos processados (SERRANO e FRANCO, 2005; KRYSZYJAN et al., 2012; WANI et al., 2016).

À medida que a pesquisa na caracterização dos amidos evolui mais diversificada torna-se sua aplicação, abrangendo desde a alimentação humana até a elaboração de filmes biodegradáveis e embalagens (MALI et al., 2010). Silva et al. (2013a) desenvolveram estudo sobre a utilização do amido da amêndoa de manga *Tommy Atkink* como espessante em bebida láctea e obtiveram resultados satisfatórios para utilização desse amido como espessante, que se apresentou sensorialmente aceito quando adicionado em bebida láctea na concentração de 0,3%.

Em estudo realizado com amido extraído de banana verde, Zhang e Hamaker (2012) relataram que o amido possui potencial para ser comercializado, uma vez que apresentou características tanto funcionais como nutricionais, principalmente, pelo teor de amido resistente presente. Este tipo de amido pode ser usado como ingrediente em produtos que requerem tanto baixa retenção de água e gordura, melhorando características como, a crocância dos produtos alimentícios.

Chávez-Salazar et al. (2017) estudando as características de amidos isolados a partir de cultivares de bananeiras na Colômbia, verificaram que os amidos obtidos das variedades de bananeira Dominico Hartón e FHIA 20, apresentam alta viscosidade quando comparada a amido de milho comercial, indicando condições favoráveis para uso alimentar como espessante e estabilizante.

Rengsutthi e Charoenrein (2011) estudaram a aplicação do amido de sementes de jaca como agente espessante e estabilizante em molho de pimenta e concluíram que o amido de semente de jaca pode ser usado como agente estabilizante em molhos com acidez elevada, sugerindo estudos adicionais considerando a melhor cultivar de jaca para extração do amido.

Wongsagonsup et al. (2014) estudaram a aplicação de amido de mandioca como espessante em sopas, e observaram que a adição de 1% do amido de mandioca melhorou as propriedades de textura e qualidade sensorial da sopa, quando comparada a sopa adicionada da mesma proporção de amido de milho.

As propriedades viscoelásticas e de sinérese de molho branco preparado com diferentes amidos nativos (milho, milho ceroso, batata e arroz) foram estudadas por Arocas et al. (2009), que observaram alterações na aparência e propriedades viscoelásticas dos molhos logo após o congelamento. No entanto, observou-se que o aquecimento dos molhos logo após o

descongelamento eliminou a sinérese e reduziu os danos às propriedades viscoelásticas, indicando a possibilidade de uso dos amidos nativos na produção industrial de molho branco.

Amagliani et al. (2016) ao estudarem a estrutura química, funcionalidade e aplicações do amido de arroz, afirmam que este encontra aplicações em alimentos para bebês, onde é usado como um agente texturizante e para melhorar a estabilidade do produto em termos de viscosidade, controle de sinérese e prateleira, além de ser uma importante fonte de calorias. Os autores ainda acrescentam que o amido de arroz pode ser utilizado como substituto de gelatina para aplicações vegetarianas, ou ainda usado para produzir maltodextrinas, que encontram aplicações em alimentos como cargas, suportes de sabor, redutores de doçura e modificadores de textura.

As propriedades térmicas, reológicas e a microestrutura de bolo esponjoso produzido com proporções parcial e total de amido de milho nativo na reposição de farinha de trigo foram estudadas por Guadalarrama-lezama et al. (2016), os quais afirmam que o uso de amido de milho nativo permitiu a modificação das propriedades de textura sem sacrificar a viscosidade da massa.

Nindjim et al. (2011) estudaram o efeito dos níveis de mistura de amidos nativos de inhame e mandioca à farinha de trigo no desempenho de massas de pão, e utilizaram 30% de amido de inhame e 20% de amido de mandioca adicionados à farinha de trigo, resultando em pães com características satisfatórias ao consumidor quando comparados ao pão tradicional.

Outra aplicação do amido é o uso como filmes e revestimentos comestíveis que veem sendo estudados como substitutos potenciais de embalagens convencionais para alimentos, capazes de minimizar os danos mecânicos e alterações térmicas, as quais os alimentos estão sujeitos durante os processos de distribuição e comercialização (DAS et al., 2013; FAKHOURI et al., 2015). Estes revestimentos comestíveis ganharam destaque na aplicação em frutas e legumes destinados a comercialização *in natura*, por permitir o controle das trocas gasosas atrasando a sanescência natural, e prolongando assim a vida útil destes alimentos (VERSINO et al., 2016).

As propriedades mecânicas e estruturais de filmes de amido nativo de inhame e mandioca foram estudados por Gutiérrez et al. (2015), os quais concluíram que o amido nativo de inhame possui temperatura de gelatinização mais elevada quando comparado ao amido nativo de mandioca, sugerindo a utilização do amido de inhame para revestimentos comestíveis, enquanto o amido de mandioca poderia ser utilizado para embalagens flexíveis.

Daudt et al. (2016) realizaram um estudo comparativo das propriedades de filmes comestíveis de farinha e de amido de pinhão e observaram que os filmes de amido de pinhão apresentaram melhor barreira ao vapor de água, menor porosidade aparente, boa transparência, alta resistência a força, estrutura mais homogênea e mais lisa quando comparados aos filmes de farinha de pinhão, revelando boas características para o bloqueio da transferência de vapor de água.

Os filmes comestíveis podem ser aplicados como pré tratamento, ou ainda combinados com outros pré tratamentos. Lago-Vanzela et al. (2013) estudaram a aplicação de revestimento comestível a base de amido nativo como pré tratamento para secagem de abóboras, e verificaram que a aplicação do filme de amido antes da secagem preservou a cor e os compostos termossensíveis da abóbora, resultando em um produto com alto teor de pró vitamina A.

Emam Djomeh et al. (2006) afirmam que o uso de revestimento comestível pode ser considerado como uma barreira para a penetração de soluto nos alimentos durante a desidratação osmótica. Khin et al. (2007) ao utilizarem revestimentos comestíveis antes da desidratação osmótica de maçãs observaram maior desidratação com baixa concentração de soluto, resultando no amaciamento da estrutura da parede celular.

Matuska et al. (2006) aplicaram filmes comestíveis de polissacarídeos em morangos antes do processamento osmótico e afirmam que os revestimentos comestíveis podem ser utilizados para inibir a absorção de solutos mantendo a mesma eficiência de desidratação durante a desidratação osmótica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Campina Grande, PB.

3.1 Matéria-prima

As pitombas utilizadas neste estudo foram adquiridas na CEASA Recife - PE, selecionadas visualmente de acordo com a coloração marrom-amarelada da casca, livres de defeitos fisiológicos, danos físicos, mecânicos e infecções causadas por microrganismos.

Os frutos foram transportados em caixas de plástico forradas com jornal para redução do impacto. Ao chegarem no laboratório os frutos foram retirados dos cachos e passaram por separação prévia para remoção de folhas e talos. As pitombas foram armazenadas em sacos de polietileno com capacidade de 1Kg, e submetidas ao congelamento até o momento do processamento.

3.1.1 Análises físicas dos frutos de pitomba

Foram selecionados 30 frutos maduros com boa aparência para determinação das análises físicas de massa individual, diâmetros longitudinal e transversal, volume, massa específica real e cor (L^* , a^* , b^*).

3.1.1.1 Massa individual

A massa individual dos frutos *in natura* foi determinada em balança analítica com precisão de 0,0001 g, (modelo AS-200 Ohaus Analytical Standard). Os resultados foram expressos em grama (g).

3.1.1.2 Diâmetros

Os diâmetros longitudinal e transversal dos frutos *in natura* foram determinados com auxílio de um paquímetro digital, marca Mitutoyo com resolução de 0,01mm. Os resultados foram expressos em milímetros (mm).

3.1.1.3 Volume do fruto (V_R)

A determinação do volume individual dos frutos foi realizada pelo método do deslocamento de água, em balança analítica, e calculado utilizando Equação (3.1):

$$V_r = \frac{\text{massa de fluido deslocado (g)}}{\text{massa específica do fluido (g/cm}^{-3}\text{)}} \quad (3.1)$$

Em que:

V_r - volume, cm^{-3} .

3.1.1.4. Massa específica real (ρ_r)

A massa específica real dos frutos foi determinada pelo método do deslocamento de líquidos. Conhecendo-se o volume, de acordo com metodologia descrita no item 3.1.1.3, a massa específica foi obtida diretamente pela Equação (3.2):

$$\rho_r = \frac{m}{V_r} \quad (3.2)$$

em que:

ρ_r - massa específica real, g.cm^{-3} ;

m - massa, g;

V_r - volume, cm^{-3} .

3.1.1.5 Cor

Os parâmetros de cor dos frutos *in natura* foram determinados em espectrofotômetro portátil Hunter Lab Mini Scan XE Plus, modelo 4500 L, equipado com iluminante D65, ângulo de observação de 10° e calibrado com placa padrão branca ($X = 80,5$; $Y = 85,3$; $Z = 90,0$), obtendo-se os parâmetros L^* , a^* e b^* , em que L^* define a luminosidade ($L^* = 0$ – preto e $L^* = 100$ – branco) e a^* e b^* são responsáveis pela cromaticidade ($+a^*$ vermelho e $-a^*$ verde; $+b^*$ amarelo e $-b^*$ azul).

3.1.2 Processamento dos frutos

Para o processamento, os frutos foram higienizados em água corrente seguido de imersão em solução de cloro ativo a 10 ppm por 15 min, sequencialmente submetidos as etapas descritas na Figura 3.1. O epicarpo (casca) do fruto foi retirado por pressão manual e o

endocarpo (semente) envolto do arilo foi imerso em solução de hidróxido de sódio (8%) por 30 minutos com sucessivas lavagens em água corrente para completa retirada da polpa. Os endocarpos foram imersos em solução de ácido cítrico (4%) por 30 s.

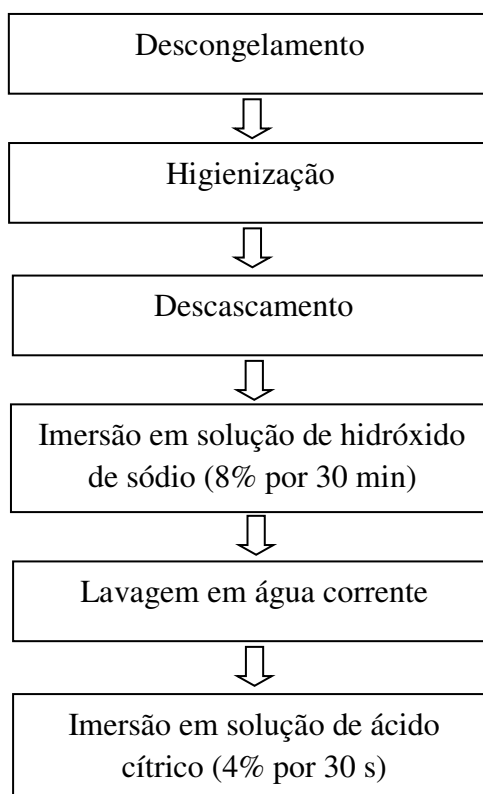


Figura 3.1: Fluxograma de processamento para obtenção do endocarpo da pitomba.

3.1.3 Caracterização físico-química do endocarpo da pitomba

O endocarpo da pitomba obtido no item 3.1.2 foi caracterizado quanto aos parâmetros: teor de água (%), atividade de água (a_w), cinzas (%), proteína bruta (%), lipídios (%), amido (%) e cor.

3.1.3.1 Teor de água

O teor de água foi determinado pelo método de secagem das amostras em estufa a 105 ± 3 °C até massa constante, segundo metodologia descrita por IAL (2008).

3.1.3.2 Atividade de água

A atividade de água foi determinada através de leitura direta da amostra na temperatura de aproximadamente 25 °C, em higrômetro Aqualab, modelo 3TE, fabricado pela Decagon.

3.1.3.3 Cinzas

A quantidade de cinzas foi determinada através da incineração da amostra em mufla aquecida a 550 °C, até a obtenção de um resíduo isento de carvão, com coloração branca acinzentada, segundo metodologia descrita por IAL (2008).

3.1.3.4 Proteína

O teor de proteína bruta foi quantificado pelo método Micro-Kjeldahl, que consiste na determinação do nitrogênio total. Para converter o resultado em proteína foi utilizado o fator 6,25 de acordo com a metodologia descrita pela IAL (2008).

3.1.3.5 Lipídios

A quantidade de lipídios foi determinada pelo método de Bligh e Dyer (1959). Foram pesados 2 g da amostra em pote de vidro hermeticamente fechado, adicionando-se uma mistura de solvente constituindo de 10 mL de clorofórmio e 20 mL de metanol em agitador magnético a 700 rpm por 30 minutos. Após completa homogeneização foi adicionado 10 mL de clorofórmio e 10 mL da solução de sulfato de sódio a 1,5%, seguida de agitação por 2 minutos. A solução com a amostra foi transferida para um funil de separação para formação do sistema bifásico. A camada inferior, rica em clorofórmio contendo os lipídios, foi removida e transferida 5 mL para um bécker de 50 mL previamente tarado. Em seguida foram levados para a estufa a 80 °C até evaporação do solvente (30-40 minutos). Após as amostras resfriadas em dessecador e pesadas em balança analítica, foram calculados o percentual de lipídios pela Equação (3.3):

$$\%Lipídios = \frac{Px4}{PA} x 100 \quad (3.3)$$

em que:

P - peso dos lipídios contidos em 5 mL, g

PA - peso da amostra, g.

3.1.3.6 Amido

O teor de amido foi avaliado de acordo com a metodologia proposta por IAL (2008) que tem como princípio a detecção da glicose presente na amostra, produzida pela hidrólise da molécula de amido.

3.1.3.7 Cor

Determinada conforme descrito anteriormente no item 3.1.1.5.

3.2 Extração do amido

A extração do amido do endocarpo foi realizada por dois métodos: imersão em metabissulfito de sódio e imersão em hidróxido de sódio. O primeiro método descrito na Figura 3.2, foi realizado conforme metodologia de Loos, Hood e Graham (1981). Os endocarpos da pitomba foram imersos em solução de metabissulfito de sódio (0,2%) na proporção 1:2 (m/v) por 72 h. sob temperatura de 4 °C. A mistura foi triturada em triturador doméstico, e a pasta resultante foi peneirada através de tecido de musseline e o sedimento residual foi reprocessado e filtrado, seguido de eliminação. O filtrado foi deixado em repouso por 1 hora, o sobrenadante foi decantado, a pasta de amido foi então lavada em solução de metabissulfito de sódio (0,2%), decantada (1 hora) com descarte do sobrenadante por duas vezes. Após as decantações a pasta de amido foi centrifugada a 3000 rpm por 3 minutos com descarte do sobrenadante. A pasta resultante da centrifugação foi lavada com álcool (95%), centrifugada com descarte do sobrenadante por 3 vezes.

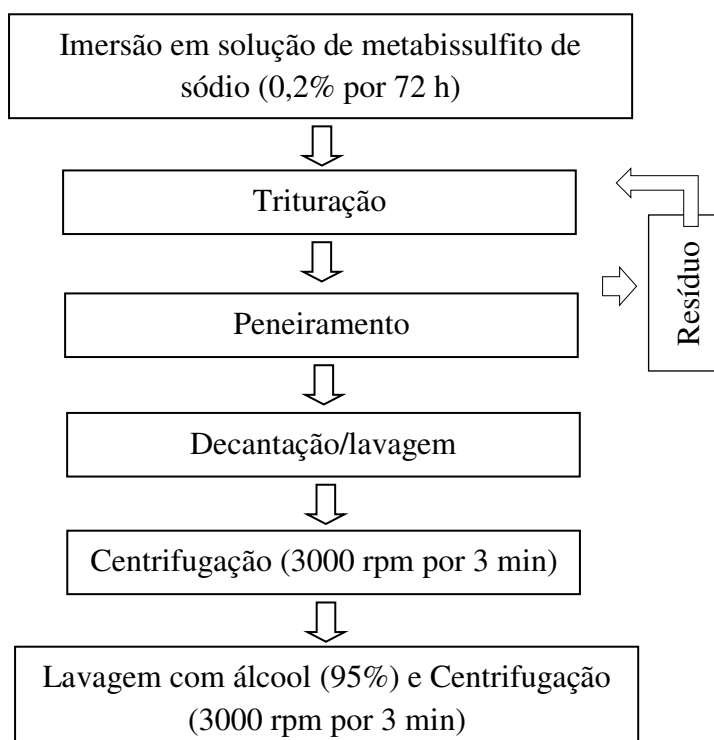


Figura 3.2: Fluxograma de obtenção do amido em solução de metabissulfito de sódio.

O segundo método de extração (Figura 3.3) foi realizado pela trituração das sementes de pitomba em solução de hidróxido de sódio (0,1%) na proporção de 1:2 (m/v) em triturador doméstico com velocidade máxima por 4 minutos. Após a trituração a pasta resultante foi peneirada em tecido de organza com o filtrado submetido a centrifugação à 3000 rpm por 3 minutos e descarte do sobrenadante. A pasta resultante da centrifugação foi lavada com água destilada e submetida a centrifugação (3000 rpm/3minutos) com descarte do sobrenadante por três vezes.

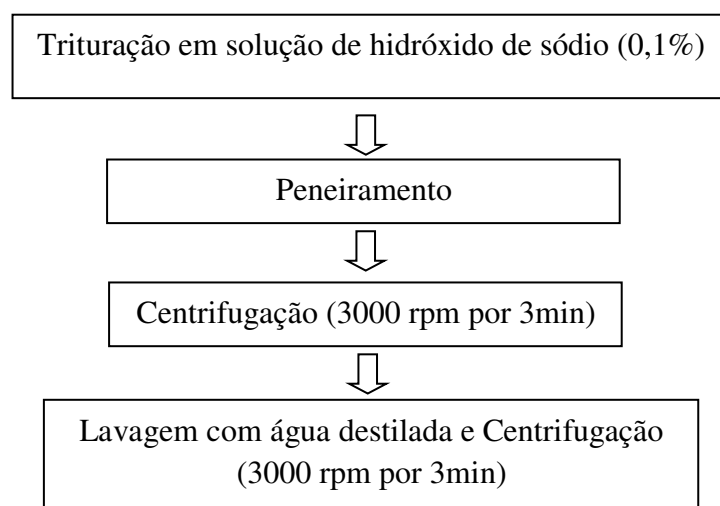


Figura 3.3: Fluxograma de obtenção do amido em solução de hidróxido de sódio.

As pastas resultantes foram dispostas em bandejas formando uma fina camada e encaminhadas para estufa com circulação de ar na temperatura de 50 °C, escolhida por não causar danos a composição do amido, por 12 h, quando apresentou teor de água médio de 8% (b.u). Após a secagem, os amidos resultantes foram moídos em processador doméstico (Pratic Blander BLD300) para obtenção do produto em pó e acondicionado em embalagem laminada para posteriores análises.

3.3 Rendimento de extração

O rendimento da extração do amido foi avaliado pela massa de amido final (b.s.) dividida pela massa do endocarpo utilizado na extração (b.s.) expressa em porcentagem.

3.4 Caracterização física e físico-química dos amidos

Os amidos foram avaliados quanto aos parâmetros físicos: densidade aparente, densidade compactada, fator de Hausner (FH), índice de compressibilidade e ângulo de repouso.

Os parâmetros físico-químicos: teor de água (%), atividade de água (a_w), cinzas (%), proteína bruta (%), lipídios (%), amido (%) e cor, foram analisados conforme descritos em 3.1.3.

3.4.1 Densidade aparente

A densidade aparente foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Souza et al. (2010), com algumas adaptações. Foram pesadas 5 g das amostras de amido de pitomba em proveta graduada de 10 mL, sem compactação, para determinação do volume total ocupado pelo sólido. A densidade aparente foi calculada conforme Equação (3.4).

$$\rho_a = \frac{m}{v} \quad (3.4)$$

em que:

ρ_a = densidade aparente ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)

m = massa (g);

v = volume (cm^3).

3.4.2 Densidade compactada

Para determinação da densidade compactada, 5 g das amostras de amido de pitomba transferidas para uma proveta graduada. O pó foi compactado batendo-se manualmente a proveta 50 vezes sobre a superfície de uma bancada. A densidade compactada foi calculada de acordo com Tonon (2009) conforme Equação (3.5).

$$\rho_c = \frac{m}{v_a} \quad (3.5)$$

em que:

ρ_c = densidade compactada ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$)

m = massa (g);

v_a = volume após compactação (cm^3).

3.4.3 Fator de Hausner e índice de compressibilidade

A partir das massas específicas aparente e compactada foram determinados o fator de Hausner e o índice de compressibilidade (YUSOF et al., 2012) conforme as Equações (3.6) e (3.7).

$$FH = \frac{\rho_c}{\rho_a} \quad (3.6)$$

$$IC = \frac{\rho_c - \rho_a}{\rho_c} \quad (3.7)$$

em que:

FH = Fator de Hausner;

IC = Índice de compressibilidade (%)

3.4.4 Ângulo de repouso estático

Para a determinação do ângulo de repouso das amostras, utilizou-se 10 g de amido de pitomba, e colocou-se em funil com diâmetro conhecido sendo este vedado na saída, a seguir o pó foi liberado para escoamento sobre uma placa de petri. A altura entre o funil e a placa de petri foi constante para todos os pós. O ângulo de repouso estático foi determinado de posse da altura do montante formado e o seu diâmetro (BHANDARI et al., 1998), calculando-se de acordo com Equação (3.8).

$$\theta = \frac{\arctg 2h}{D} \quad (3.8)$$

em que:

θ = ângulo de repouso;

h = altura da pilha formada (cm);

D = diâmetro da base (cm).

3.5 Escolha do melhor método de extração do amido

A partir dos resultados das análises físicas e físico-químicas dos amidos extraídos, foi determinada a escolha do melhor método de extração, tomando como base o menor percentual de teor de água, atividade de água e maior quantidade de amido.

3.5.1 Análise toxicológica

O amido selecionado foi avaliado quanto as suas propriedades toxicológicas. Para realização da análise, foram adicionados em um recipiente 500 mL de solução de água do mar artificial incubada sob iluminação artificial, onde foram adicionados 0,2 g de cistos de *Artemia salina*, mantendo a água em agitação constante com o auxílio de uma bomba de aquário para a aeração. Após a eclosão os organismos-testes (náuplios de *Artemia*) foram expostos à amostra de amido do endocarpo da pitomba por 48 h., sendo utilizados tubos de ensaio cada um contendo 10 náuplios de *Artemia salina*, previamente selecionados. A faixa de concentração foi testada buscando-se a maior concentração desde que se observe 100% de mortalidade e a menor concentração em que se deflagre 0% de mortalidade; as demais concentrações foram distribuídas dentro desse limite (MEYER et al., 1982) de modo a se obter a DL₅₀ (dose letal para 50% da população) do composto testado.

3.5.2 Compostos fenólicos totais

Foram determinados os compostos fenólicos totais do amido selecionado, segundo o método de Folin-Ciocalteu descrito por Waterhouse (2006) utilizando ácido gálico como padrão, o extrato foi preparado a partir da diluição de 1 g de amostra em 50 mL de água destilada e deixado em repouso por 1 h. Uma alíquota de 90 µL do extrato foi transferida para um tubo de ensaio, onde foram adicionados 2.035 µL de água e 125 µL do reagente Folin Ciocalteu. A mistura permaneceu em repouso por 5 min e logo após foram adicionados 250 µL de carbonato de sódio a 20%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 40 °C, por 30 minutos. Nos cálculos realizados para determinação dos compostos fenólicos foi utilizada uma curva padrão com ácido gálico e as leituras foram medidas em espectrofotômetro a 765 nm. Os resultados foram expressos em mg.g⁻¹ de ácido gálico.

3.5.3 Propriedades funcionais do amido

O amido selecionado foi submetido às análises de poder de inchamento e índice de solubilidade, teor de amilose, amilopectina, gelificação, claridade da pasta e capacidade de absorção de água e óleo.

3.5.3.1 Poder de inchamento e índice de solubilidade

O poder de inchamento e o índice de solubilidade do amido foi determinado sob as temperaturas de 60, 70, 80 e 90 °C de acordo com o método descrito por Schoch et al. (1964). Para esta análise foram pesados 25mg de amido de pitomba em tubos de plástico próprios para centrifuga, com capacidade para 15 mL previamente tarados, adicionando-se 10 mL de água destilada seguido de homogeneização da suspensão que foi levada ao banho maria, sob as temperaturas de 60, 70, 80 e 90 °C por 30 minutos, sendo homogeneizados a cada 10 minutos. Em seguida a amostra foi centrifugada a 3200 rpm por 15 minutos. O sobrenadante foi removido e colocado em um Becker previamente pesado, levado à estufa a 105 °C por 24 h, para a determinação do peso de amido solúvel.

O poder de inchamento e índice de solubilidade foram calculados de acordo com as Equações (3.9) e (3.10):

$$PI = \frac{PRC}{PA - PRE} \quad (3.9)$$

$$IS = \frac{PRE}{PA} \quad (3.10)$$

PI = poder de inchamento (g/g);

PRC = massa do resíduo da centrífuga, (g);

PA = peso da amostra, (g);

PRE = massa do resíduo da evaporação;

IS = índice de solubilidade (%).

3.5.3.2 Teor de amilose

O teor de amilose foi quantificado por método colorimétrico conforme Zavareze (2009). Uma amostra de 100 mg foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL, acrescido de 1 mL de álcool etílico 96 °GL e 9 mL de solução de NaOH 1 mol/L e colocada em banho-maria a 100 °C por 10 min, resfriada durante 30 min e o volume completado com água destilada. Uma alíquota de 5 mL foi transferida para balão volumétrico de 100 mL em que foi adicionado 1 mL

de ácido acético 1 mol/L e 2 mL de solução de iodo 2% (p/v) preparada 3 horas antes da análise, então, o volume de cada balão volumétrico foi completado com água destilada. Para construção da curva padrão, foram utilizados 40 mg de amilose pura (sigma) submetida ao mesmo procedimento utilizado para os amidos. Foram retirados alíquotas de 1, 2, 3, 4 e 5 mL do balão volumétrico acrescidos de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; e 1 mL de ácido acético e de 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2 mL de iodo respectivamente, completando-se o volume a 100 mL com água destilada. A leitura de absorbância foi realizada 30 min após a adição da solução de iodo a 610 nm.

3.5.3.3 Amilopectina

O teor de amilopectina foi calculado pela diferença entre o teor de amido e o teor de amilose.

3.5.3.4 Gelificação

O estudo da gelificação do amido foi realizado segundo metodologia de Lawal e Adebawale (2005). Amostras de amido nas concentrações de 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14% (p/v) foram preparadas em tubos de ensaio com 5 mL de água destilada, em triplicata, mixados por 5 minutos e os tubos de ensaio aquecidos em banho maria à 80 °C por 30 minutos, seguido de resfriamento em água corrente. Posteriormente os tubos foram resfriados a 4 °C por 2 h, e a concentração mínima e geleificação determinada como aquela concentração em que a amostra não escorregou pelas paredes do tubo invertido.

3.5.3.5 Claridade da pasta

Para a análise de claridade da pasta foram preparadas suspensões em triplicata de amido, na concentração de 1%. As suspensões foram gelatinizadas sob agitação e em seguida resfriadas por 1 hora a temperatura ambiente. As amostras foram mantidas sob a temperatura de 7 ± 2 °C em refrigerador doméstico (Consul facilitate).

Em cada amostra foi medida a absorbância em espectrofotômetro, no intervalo de luz visível a 640 nm, nos períodos de 0, 24, 48 e 96 h. A claridade da pasta foi determinada pelo percentual de transmitância das amostras seguindo metodologia de La Torre-Guiterrez (2004) conforme Equação (3.11):

$$\%T = 10^{(2-A)} \quad (3.11)$$

%T= percentual de transmitância;

A= absorvância.

3.5.3.6 Capacidade de absorção de água e óleo

Para determinação da capacidade de absorção de água e óleo do amido, foi utilizado o método de Beuchat (1977) com modificações. Adicionou-se 10 mL de água destilada e de óleo de soja comercial a 1 g da amostra em tubos de centrífuga. A suspensão foi homogeneizada durante 30s e, em seguida, deixada em repouso por 30 minutos. Posteriormente, os tubos foram fechados e centrifugados por 15 minutos a 3000 rpm. As paredes externas dos tubos foram secas e estes pesados. A massa de água ou do óleo absorvido foi expressa por g/100g de amido em base seca conforme Equação (3.12):

$$CA = (P_c - P_s) \times 100 \quad (3.12)$$

CA = Capacidade de absorção de água e óleo;

P_c = peso do tubo com amostra após centrifugação;

P_s = peso do tubo com amostra seca.

3.5.4 Calorimetria exploratória diferencial (DSC)

As propriedades térmicas do amido foram determinadas segundo metodologia proposta por Paredes-López et al. (1994) a partir da determinação da entalpia, temperatura de início e de pico de gelatinização. Foram pesados 2 mg de amostra dentro de uma cápsula de alumínio onde foi adicionado 7 μ L de água deionizada. A cápsula foi selada e deixada em repouso por 30 minutos antes da análise. Como referência, foi utilizada uma cápsula de alumínio vazia. Utilizou-se o equipamento DSC 8500 Perkin Elmer, na faixa de 20 a 120 °C com varredura de 10 °C/min em atmosfera de N₂ (gás de purga) e fluxo de 50 mL/min

3.5.5 Perfil de viscosidade em RVA (Rapid Visco Analyser)

A determinação da viscosidade de pasta do amido foi realizada de acordo com o método 162 da International Association for Cereal Science and Technology (ICC, 1996). A análise foi feita em triplicata utilizando-se viscosímetro RVA-4500 (Warriewood, AUS), e os resultados foram expressos em cP (centipoise). A quantidade de amostra utilizada foi de 3,0 gramas, base 12,2% de umidade. As amostras foram agitadas primeiro com velocidade de 960 rpm para um

tempo de ajuste de instrumento de 10 s e então a velocidade foi reduzida para 160 rpm. A amostra foi mantida a 50 °C durante 1 min, depois aquecidas a 95 °C durante 3 min 45 s, mantidas a 95 °C durante 2 min e 30 s, arrefecidas até 50 °C em 3 min 45 s e mantidas a 50 °C durante 2 min.

3.5.6 Microscopia eletrônica de varredura

A morfologia do amido foi analisada pela técnica de Microscopia Eletrônica de Varredura (MVE). A amostra foi preparada pela deposição dos sólidos em porta amostras de alumínio, recoberta com fitas de carbono dupla face, metalizadas com ouro, a fim de proporcionar uma superfície refletora para os feixes de elétrons, em seguida foi observada no microscópio eletrônico de varredura, Modelo VEGA3 Tescan sob vácuo $1,5 \times 10^{-3}$ Pa, com ampliação de 100, 1000 e 2000x, tensão de aceleração de 10, 20, 20 kV e distância de 8,67, 19,50 e 8,52 respectivamente.

3.5.7 Comportamento reológico

O comportamento reológico do amido de pitomba foi realizado, a partir de soluções gelatinizadas de amido nas proporções de 2, 4 e 6% submetidas a leituras em viscosímetro programável DV-II+PRO rotativo, marca Brookfield, nas temperaturas de 5, 15, 25 65 e 75 °C escolhidas com base nas temperaturas de refrigeração, pasteurização e temperaturas médias de consumo de alimentos, sob as velocidades de rotações 20, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 150, 160, 180 e 200 rpm onde foram obtidas leituras de viscosidade aparente, torque, tensão de cisalhamento e taxa de deformação.

3.5.7.1 Ajuste matemático para o comportamento reológico do amido

Os valores experimentais de tensão de cisalhamento e da taxa de deformação obtidos para as pastas com diferentes proporções de amido de pitomba, foram ajustados aos modelos reológicos de Lei da potência, Mizrahi-Berk, Herschel-Bulkley e Casson, descritos nas Equações (3.13) a (3.16).

Lei da potência

$$\tau = K\dot{\gamma}^n \quad (3.13)$$

τ = Tensão de cisalhamento (Pa);

$\dot{\gamma}$ = Taxa de deformação (s^{-1});

K = Índice de consistência ($Pa\ s^n$);

n = Índice de comportamento do fluido (adimensional).

Mizrahi–Berk

$$\tau^{0,5} = K_{OM} + K_M \dot{\gamma}^{n_M} \quad (3.14)$$

τ = Tensão de cisalhamento (Pa);

$\dot{\gamma}$ = Taxa de deformação (s^{-1});

K_{OM} = raiz quadrada da tensão inicial (Pa);

K_M = índice de consistência ($Pa\ s^n$);

n_M = índice de comportamento do fluido (adimensional).

Herschel–Bulkley

$$\tau - \tau_{OH} = K_H \dot{\gamma}^{n_H} \quad (3.15)$$

τ = Tensão de cisalhamento (Pa);

$\dot{\gamma}$ = Taxa de deformação (s^{-1});

τ_{OH} = Tensão de cisalhamento inicial (Pa);

K_H = Índice de consistência ($Pa\ s^n$);

n_H = Índice de comportamento do fluido (adimensional).

Casson

$$\tau^{0,5} = K_{0C} + K_C \dot{\gamma}^{0,5} \quad (3.16)$$

τ = tensão de cisalhamento (Pa);

$\dot{\gamma}$ = taxa de deformação (s^{-1});

K_0 = tensão de cisalhamento inicial (Pa);

K_C = viscosidade plástica de Casson (Pa s).

Os critérios de determinação do melhor ajuste dos modelos aos dados experimentais, foram o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio percentual médio (P), calculado pela Equação (3.17):

$$P = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{(X_{\text{exp}} - X_{\text{pred}})}{X_{\text{exp}}} \right| \quad (3.17)$$

P = desvio percentual médio, %;

X_{exp} = valores obtidos experimentalmente;

X_{pred} = valores preditos pelo modelo;

n = número de dados experimentais.

3.5.8 Isotermas de adsorção de umidade

Foram determinadas as isotermas de adsorção de água do amido, nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C. As isotermas foram realizadas em triplicata utilizando-se o método estático-indireto, conforme Capriste e Rotstein (1982). Aproximadamente 1 g da amostra de amido foi pesada em um recipiente plástico e colocada em um ambiente hermeticamente fechado, saturado com água destilada, mantidos em temperatura controlada em uma BOD. As leituras da atividade de água das amostras foram realizadas em triplicata utilizando-se o equipamento Aqualab modelo 3TE da Decagon Devices. Posteriormente foi determinado o teor de água de equilíbrio em estufa à vácuo a 70 °C, sendo esse teor calculado conforme Equação (3.18), através da diferença entre a massa da amostra em equilíbrio e a massa da amostra seca.

$$X_e = \frac{M_e - M_s}{M_s} \times 100 \quad (3.18)$$

X_e = teor de água de equilíbrio, (% base seca);

M_e = massa da amostra no equilíbrio, (g);

M_s = massa seca da amostra, (g).

3.5.8.1. Ajuste matemático para as isotermas de equilíbrio higroscópico

Para o ajuste dos valores experimentais das isotermas de adsorção do amido, foram utilizados os modelos de GAB, Oswin e Peleg, representados pelas Equações (3.19) a (3.21), respectivamente:

GAB

$$X_e = \frac{X_m C K a_w}{(1 - K a_w)(1 - K a_w + C K a_w)} \quad (3.19)$$

Oswin

$$X_e = a \left(\frac{a_w}{(1-a_w)} \right)^b \quad (3.20)$$

Peleg

$$X_e = K_1 a_w^{n_1} + K_2 a_w^{n_2} \quad (3.21)$$

X_e = teor de água de equilíbrio;

a_w = atividade de água;

X_m = teor de água na monocamada molecular;

C, K, a e b = parâmetros que dependem da temperatura e da natureza do produto;

K_1 , K_2 , n_1 e n_2 = constantes da equação.

O ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais foi realizado através de regressão não-linear, pelo método Quasi-Newton, utilizando-se o programa Statistica 5.0. Como critério para avaliação do ajuste de cada modelo aos dados experimentais, foram consideradas as magnitudes do coeficiente de determinação (R^2) e o desvio percentual médio.

3.5.9 Elaboração do catchup

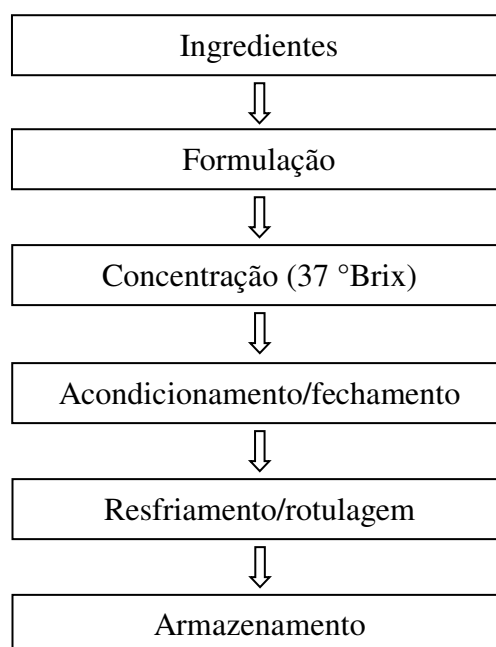
Para verificar a capacidade espessante e estabilizante do amido, este foi adicionado em formulações de molho tipo catchup conforme Tabela 3.1. Cinco formulações de catchups foram desenvolvidas, sendo duas formulações contendo diferentes proporções (0,5 e 1%) do amido de pitomba (F1 e F2), duas formulações contendo proporções (0,5 e 1%) de amido comercial (F3 e F4) e uma formulação controle (F5). A produção dos catchups ocorreu conforme as etapas do fluxograma de processamento (Figura 3.4).

Tabela 3.1: Formulações de molhos tipo catchup.

Ingredientes	Amido de pitomba		Amido comercial		Controle
	F1	F2	F3	F4	F5
Polpa de tomate (%)	50	50	50	50	50
Água (%)	25	25	25	25	25
Açúcar (%)	15	15	15	15	15
Vinagre (%)	5	5	5	5	5
Sal (%)	3	3	3	3	3
Cebola (%)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Alho (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Canela (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Nós moscada (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Gengibre (%)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Àcido cítrico (%)	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Cravo (%)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Amido (%)	0,5	1	0,5	1	-

*A proporção dos amidos foi calculada tomando como base a massa total da formulação (100%).

Após a pesagem e mistura dos ingredientes, estes foram submetidos a cocção até atingir concentração de 35 °Brix, seguindo para o acondicionamento em embalagem.

**Figura 3.4:** Fluxograma de produção do catchup.

3.5.9.1 Armazenamento

As amostras de catchup foram acondicionadas em recipiente plástico (125 mL) com tampa, e armazenadas nas temperaturas de 7 e 25 ± 2 °C durante 180 e 150 dias

respectivamente. A cada 30 dias, realizou-se análises em triplicata de viscosidade aparente nas cinco formulações de catchup, para determinação da capacidade espessante do amido, por meio de viscosímetro programável DV-II+PRO rotativo (Brookfield) sob as temperaturas de 7 e 25 °C, nas velocidades de rotação de 5, 10, 20, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 150, 160, 180 e 200 rpm.

A capacidade estabilizante do amido no catchup foi determinada através da sinérese pelo método de drenagem, onde 30 g da amostra de catchup foram distribuídas sobre um papel filtro na parte superior de um funil acoplado a um elermeyer de 100 mL. Sendo calculado o índice de sinérese após 5 h. a 4 °C (RIENER et al., 2010), utilizando a Equação (3.22):

$$(\%) \text{ SINÉRESE: } [(\text{peso da água liberada da amostra, após filtração} / \text{peso da amostra de catchup}) \times 100] \quad (3.22)$$

A análise de sinérese foi realizada em triplicata nas cinco amostras de catchup armazenadas nas temperaturas de 7 e 25 ± 2 °C, a cada 30 dias, durante o armazenamento.

3.5.10 Análise microbiológica

As análises microbiológicas do amido e dos catchups foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Estadual da Paraíba, Campus II, Lagoa Seca, quanto aos parâmetros estabelecidos pela RDC N° 12 (BRASIL, 2001), para amidos (coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp) e molho catchup (coliformes a 45 °C). As análises microbiológicas seguiram os procedimentos descritos pela instrução normativa N° 62, 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003).

3.5.11 Análise sensorial

Para a realização da análise sensorial o projeto foi submetido a avaliação do comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de Campina Grande, aprovado sob parecer de número 2.539.767 disponível em Apêndice.

A avaliação foi realizada com todas as formulações de catchups, as quais foram codificadas com algarismos aleatórios de três dígitos, sendo disponibilizado para o provador informações prévias sobre o produto, conforme descrito pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993).

Para avaliação da aceitabilidade, adotou-se escala hedônica não estruturada de nove pontos (1- desgostei muitíssimo, 2- desgostei muito, 3- desgostei moderadamente, 4- desgostei ligeiramente, 5- nem gostei e nem desgostei, 6- gostei ligeiramente, 7- gostei moderadamente, 8- gostei muito, 9- gostei muitíssimo) seguindo a metodologia de Dutcosky (2013). Paralelamente, os analistas foram questionados na mesma ficha quanto à intenção de compra do produto com escala de 5 pontos (1- certamente compraria, 2- provavelmente compraria, 3- tenho dúvidas se compraria, 4- provavelmente não compraria e 5- certamente não compraria).

O teste foi realizado com um grupo de 45 provadores não treinados de ambos os sexos, com idades variando entre 18 e 58 anos de um grupo amostral de alunos, professores e servidores da Universidade Federal de Campina Grande, campus Campina Grande.

3.5.12 Desenvolvimento de revestimento comestível com amido de pitomba

Foram formulados os revestimentos comestíveis a partir da diluição de diferentes concentrações do amido (1 e 3%) em água destilada, com a mistura submetida a aquecimento sob temperatura média de 80 °C.

3.5.12.1 Aplicação do revestimento comestível

Os revestimentos comestíveis foram aplicados à mangas da variedade ‘Tommy Atkins’ em estado de maturação comercial, as quais foram pré-selecionadas, quanto a cor, tamanho, massa e ausência de injúrias e/ou doenças, sendo acondicionados em caixas plásticas hortifruti. Os frutos foram transportados até o laboratório, submetidos a nova seleção para tornar o lote ainda mais homogêneo, lavados em água corrente, e imersos em solução de 150 mg.L⁻¹ de cloro ativo livre por 15 minutos, seguido de lavagem em água corrente para retirada do excesso de cloro, com posterior secagem à temperatura ambiente.

Os frutos foram divididos em seis lotes submetidos aos tratamentos: revestimento com amido de pitomba a 1% (TR1), revestimento com amido de pitomba a 3% (TR2) e um controle (CTR), ambos armazenados sob temperatura de (5 ± 2 °C), em B.O.D. Os demais lotes foram submetidos aos tratamentos: revestimento com amido de pitomba a 1% (TA1), revestimento com amido de pitomba a 3% (TA2) e um controle (CTA), ambos armazenados sob temperatura de (25 ± 2 °C), em B.O.D. Para aplicação dos revestimentos as mangas foram imersas em um recipiente contendo a pasta de amido, drenadas e acondicionadas em bandejas de polietileno. Os lotes de manga foram armazenados por um período de 20 dias, onde foram avaliadas a cada 5 dias quanto aos parâmetros a seguir.

3.5.12.1.1 Perda de massa (PM)

A perda de massa foi determinada com auxílio de balança semi-analítica com precisão de 0,01g e os resultados expressos em porcentagem conforme Equação (3.23):

$$PM(\%) = \frac{MI - MF}{MI} \times 100 \quad (3.23)$$

em que:

PM = perda de massa (g);

MI = massa inicial da amostra (g);

MF = massa final da amostra (g).

3.5.12.1.2 Variação dos diâmetros longitudinal (ΔDL) e transversal (ΔDT)

Nesses parâmetros foram determinados com uso de um paquímetro digital, considerando a diferença entre as medidas iniciais e de cada período avaliado. Os resultados foram expressos em centímetros (cm).

3.5.12.1.3 Cor da casca e da polpa

A cor da casca e da polpa foi avaliada através de leitura direta em colorímetro digital conforme descrito no item 3.1.1.5.

3.5.12.1.4 Teor de sólidos solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis foi determinado através de leitura direta da amostra em refratômetro portátil, modelo RT-32 (escala de 0 a 32 °Brix), colocando uma gota da solução no prisma e fazendo a leitura direta com correção da temperatura feita através de tabela proposta por IAL (2008).

3.5.12.1.5 Acidez titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada pelo método titulométrico, baseando-se na neutralização dos íons H^+ com a solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, padronizada com biftalato de potássio, como titulante (IAL, 2008).

3.5.13 Análise estatística

O experimento foi realizado utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os dados obtidos para as análises físicas dos frutos da pitomba foram analisados por estatística descritiva, utilizando-se de medida de tendência central (média) e variabilidade de dados (desvio-padrão). A análise estatística dos dados obtidos nas análises físico-químicas do endocarpo da pitomba e dos amidos obtidos pelos diferentes métodos de extração foi realizada por meio de comparação de médias utilizando programa computacional *Assistat* versão 7.7 beta (SILVA e AZEVEDO, 2016).

A análise estatística dos dados referentes as análises químicas e tecnológicas do amido se deram por medida de tendência central (média) e de variabilidade de dados (desvio-padrão). Os dados de viscosidade aparente obtidos nos reogramas das pastas de amido foram analisados por um esquema fatorial 3 x 5 x 12 (concentração x temperatura x velocidade de rotação), enquanto para os resultados do armazenamento do catchup, efetuou-se esquemas fatoriais: 5 x 7 e 5 x 6 (formulação x tempo) para os catchups armazenados sob 7 e 25 °C, respectivamente. Para ambos os casos, os tratamentos foram realizados por meio do programa computacional *Assistat* versão 7.7 beta.

Os dados da análise sensorial foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e de acordo com a significância do teste F, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados referentes ao revestimento comestível de amido de pitomba, foram analisado por fatorial 6 x 2 x 5, sendo seis lotes, duas temperaturas e cinco tempos de armazenamento. Os dados dos fatoriais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização física dos frutos e físico-química do endocarpo da pitomba

Na Tabela 4.1 estão apresentados os valores médios da caracterização física dos frutos de pitomba in natura. O valor de massa individual (8,8 g) observado nesse estudo, encontra-se abaixo dos relatados por Vieira e Gusmão (2008) e Éder-Silva e Araújo (2014) que obtiveram massa individual de frutos de pitomba de 15,25, e 11,3 g respectivamente. No entanto, valores próximos foram relatados por Shi et al. (2016) ao estudarem as propriedades físicas de frutos de longan, que apresentaram massa individual de 7,80 g.

Tabela 4.1: Valores médios e desvio padrão das características físicas da pitomba in natura.

Parâmetros	Média e desvio padrão
Massa do fruto (g)	8,80 ± 1,42
Diâmetro longitudinal (mm)	25,67 ± 1,67
Diâmetro transversal (mm)	22,47 ± 1,53
Volume do fruto (cm ³)	7,91 ± 1,24
Massa específica real (g/cm ³)	1,11 ± 0,03
Luminosidade (L*)	38,27 ± 0,23
Intensidade de vermelho (+a*)	10,33 ± 0,09
Intensidade de amarelo (+b*)	26,60 ± 0,35

Os frutos de pitomba apresentaram diâmetro longitudinal de 25,67 mm, e transversal de 22,47 mm. Éder-Silva e Araújo (2014) relataram valores de 28,8 mm e 18,2 mm para os diâmetros longitudinais e transversais da pitomba. Vieira e Gusmão (2008) mencionam ao avaliarem as características físicas dos frutos e sementes de pitomba diâmetro longitudinal de 32,59 mm e transversal de 26,32 mm. A variação da massa do fruto, dos diâmetros longitudinal e transversal do fruto podem estar associados a condições genéticas e fatores edafoclimáticos da espécie se desenvolvida.

Observou-se a partir dos dados de diâmetros longitudinal e transversal que os frutos de pitomba se caracterizam como um fruto de forma ovóide. Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que o tamanho e forma, são importantes parâmetros e, quando variam entre os mesmos produtos, afetarão a escolha pelo consumidor, as práticas de manuseio, o potencial de

armazenamento, a seleção de mercado e o destino final, consumo *in natura* ou industrialização. A relação entre o diâmetro longitudinal e transversal dá uma ideia da forma do produto, podendo ser usada como um dos critérios para distinguir diferentes cultivares da mesma espécie.

O volume do fruto igual a $7,91 \text{ cm}^3$, pode ser considerado desejável para a elaboração de equipamentos para processamento, em virtude do pouco espaço ocupado pelo fruto. Os frutos apresentaram massa específica real de $1,11 \text{ g/cm}^3$. De acordo com o resultado da massa específica real, verificou-se uma tendência para as pitombas a serem submersos na água. Esta propriedade pode ser útil na separação e transporte dos frutos por máquinas de processamento.

O conhecimento das propriedades físicas constitui um importante e essencial conjunto de dados de engenharia para elaboração de máquinas, estruturas, processos e controle, na análise e determinação de eficiência de equipamento ou operação, no desenvolvimento de novos produtos, bem como na avaliação e retenção de qualidade do produto final. Algumas informações básicas têm valor para os engenheiros, cientistas e processadores de alimentos, estudos de reprodução de plantas, e outros cientistas que podem explorar essas propriedades e encontrar novos usos (MOHSENIN, 1986; ARAUJO et al., 2015).

A cor é um dos critérios principais utilizado na aceitação ou rejeição do produto pelo consumidor, no entanto, a cor é um atributo importante na indústria de alimentos. De acordo com os parâmetros da cor, representados pela luminosidade ($L^* = 38,27$) e pelas coordenadas de cromaticidade intensidade de vermelho ($+ a^* = 10,33$) e intensidade de amarelo ($+b^* = 26,60$), verificou-se predominância da coloração amarela nos frutos de pitomba.

Os resultados da caracterização físico-química do endocarpo da pitomba são apresentados na Tabela 4.2. Observou-se um teor de água de 43,20%, valor próximo ao relatado por Éder-silva e Araújo (2014) os quais obtiveram teor de água médio de 42,7% para as sementes de pitombeira destinadas a germinação. Cardoso et al. (2015) relatam teor de água de sementes de pitombeira variando de 41 a 46%.

Tabela 4.2: Resultados das características físico-químicas do endocarpo da pitomba.

Parâmetros	Média e desvio padrão
Teor de água (% b.u.)	43,20 ± 0,15
Atividade de água (a_w)	0,98 ± 0,01
Cinzas (%)	1,40 ± 0,03
Lipídios (%)	0,39 ± 0,01
Proteína (%)	4,83 ± 0,02
Amido (%)	42,25 ± 0,25
Luminosidade (L*)	63,86 ± 0,11
Intensidade de vermelho (+a*)	6,46 ± 0,05
Intensidade de amarelo (+b*)	13,69 ± 0,20

O valor de atividade de água encontrado para a endocarpo da pitomba (0,98) foi similar aos resultados relatados por Lemos et al. (2015) e Passos et al. (2012) ao determinarem a atividade de água de sementes de noni e *moringa oleífera* onde obtiveram resultados de 0,99 e 0,98, respectivamente.

O teor de cinzas encontrado foi de 1,40 ± 0,03%, estando próximo ao relatado por Queiroz et al. (2012) ao estudarem os constituintes químicos das frações de lichia *in natura* onde obtiveram teor de cinzas de 1,44% nas sementes. Krumreich et al. (2013) relatam que o teor de cinzas em uma amostra alimentícia representa o teor de minerais podendo, portanto, ser utilizado como medida geral da qualidade.

O endocarpo da pitomba apresentou baixo teor de lipídeos de 0,39% e porcentagem de proteína de 4,83%. Queiroz et al. (2012) estudando os constituintes químicos das frações de lichia obtiveram para as sementes de lichia, teor médio de lipídeos totais de 2,77% e proteínas de 4,83%. Solis-Fuentes et al. (2010) ao caracterizarem sementes de rambutan, encontraram teor de proteína de 7,80%.

O teor de amido do endocarpo da pitomba foi de 42,25%, demonstrando um elevado potencial de aplicação. Onias e Cavalcanti (2014) estudando sobre a amêndoa da manga ‘Tommy Atkins’ obteve teor médio de amido de 46,20%. Santos et al. (2013) relatam teor de amido em sementes de jaca das variedades mole e dura variando entre 30,93 a 31,73 %, respectivamente.

O resultado de luminosidade encontrado para o endocarpo referiu-se à resistência à passagem da luz. O valor positivo da tonalidade ($a^* = 6,46$) indicou uma coloração levemente avermelhada, que pode estar associado a presença da coloração rosada na superfície do endocarpo. A tonalidade b^* (13,69) indicou uma coloração levemente amarelada.

4.2 Caracterização física e físico-química dos amidos

Os resultados da caracterização física dos amidos extraído da pitomba estão apresentados na Tabela 4.3. Observou-se diferença significativa para a densidade aparente dos amidos. O método de extração do amido em solução de metabissulfito de sódio apresentou menor valor de densidade aparente quando comparado ao amido obtido em solução de hidróxido de sódio, concordando com o valor de $0,46 \text{ g/cm}^3$ relatado por Pachua et al. (2017) ao analisarem as propriedades físicas do amido de uma variedade de arroz glutinoso da Índia. Baixos valores de densidade aparente podem estar associados ao menor tamanho de partículas do amido, o que ocasionou melhor consolidação durante o rearranjo do pó.

Tabela 4.3: Resultados da caracterização física dos amidos extraídos endocarpo da pitomba.

Parâmetros	Amido obtido em solução de metabissulfito de sódio	Amido obtido em solução de hidróxido de sódio
Densidade aparente (g/cm^3)	0,46 ^b	0,62 ^a
Densidade compactada (g/cm^3)	0,66 ^b	0,78 ^a
Fator de Hausner	1,43 ^a	1,25 ^b
Índice de compressibilidade (%)	30 ^a	20 ^b
Ângulo de repouso ($^\circ$)	19,44 ^a	14,81 ^b

Médias seguidas da mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

O amido obtido em solução de metabissulfito de sódio obteve menor densidade compactada revelando uma maior tendência a comprimir durante o armazenamento podendo alterar as propriedades de manipulação do produto (CROWLEY et al., 2014). Das et al. (2015) ressaltaram a importância da análise de densidade para determinar o tipo de embalagem no armazenamento de amostras do amido.

Foram observadas diferenças estatísticas (Tabela 4.3) para o fator de Hausner das amostras, com valores de 1,43 e 1,25 para os amidos obtidos em solução de metabissulfito de

sódio e hidróxido de sódio respectivamente. Segundo Santhalakshmy et al. (2015) o índice de Hausner (IH) avalia a coesividade do material e valores abaixo de 1,2 são classificados como de baixa coesividade, IH entre 1,2 a 1,4 é de coesividade intermediária e $IH > 1,4$ é considerado de alta coesividade. Dessa forma, o amido extraído em metabissulfito de sódio apresenta alta coesividade o que pode ser uma característica desejável quando este for aplicado como melhorador de textura de produtos alimentícios, uma vez que, a coesividade está relacionada a tendência das moléculas em se manterem juntas.

O índice de compressibilidade (IC) observado foi de 30 e 20% para os amidos obtidos em soluções de metabissulfito e hidróxido de sódio respectivamente, os quais mostraram-se estatisticamente distintos ($p \leq 0,05$). Valores entre 15 e 20% de IC são indicativos de fluxo excelente e valores entre 20 e 35% indicam fluidez pobre, entre 35 e 45% fluidez ruim e $IC > 45$ são atribuídos a materiais cuja fluidez é muito ruim (SANTHALAKSHMY et al., 2015). Machado et al. (2012) ao analisarem o índice de compressibilidade do amido de milho, relataram valor de 36% de IC classificando o amido de milho como um produto de fluidez ruim.

A partir das medidas indiretas de fluxo, indicadas pelos resultados encontrados para índices de Hausner e compressibilidade, os amidos de pitomba são caracterizados como amidos de fluxo pobre, podendo ser uma característica desejável para amidos utilizados como espessantes alimentares no qual deseja-se dificultar o fluxo oferecendo assim, uma maior estabilidade à mistura.

Os ângulos de repouso encontrados para os amidos de pitomba obtidos em solução de metabissulfito de sódio e hidróxido de sódio diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$), sendo o maior ângulo de repouso (19,44) observado para o amido obtido em solução de metabissulfito de sódio. Muazu et al. (2011) ao estudarem a caracterização de amido nativo de batata observaram um ângulo de repouso de 33,65° e afirmam que ângulos de repouso abaixo de 50 ° indicam uma característica de bom fluxo do amido.

Na Tabela 4.4 estão apresentados os resultados da caracterização físico-química dos amidos extraídos do endocarpo da pitomba em solução de metabissulfito de sódio (0,2%) e hidróxido de sódio (0,1%). Os amidos tiveram rendimento médio de 44,20 e 45,57% (base seca), quando extraído em solução de metabissulfito de sódio (0,2%) e hidróxido de sódio (0,1%) respectivamente, apresentando diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$). Rendimentos próximos são relatados por Sajitha e Sasikumar (2015) que obtiveram uma variação de 42,24 a 48,48% para amidos de diferentes variedades de cúrcuma. Um rendimento inferior, de 30,33% foi registrado por Wani et al. (2016) em amido de grãos de fava. Pascoal et

al. (2013) ao extraírem amido de frutos do lobo obtiveram um rendimento de 51%, enquanto Chel-Guerrero et al. (2016) ao extraírem amido da semente de abacate em dois diferentes solventes de extração, obtiveram rendimento em peso de 19,66% para a extração em solução de ácido clorídrico e 20,13% em solução de bissulfito de sódio.

Tabela 4.4: Resultados da caracterização físico-química dos amidos extraídos em diferentes métodos do endocarpo da pitomba.

Parâmetros	Amido obtido em solução de metabissulfito de sódio	Amido obtido em solução de hidróxido de sódio
Teor de água (% b.u.)	8,41 ^a	8,20 ^b
Atividade de água (a_w)	0,14 ^b	0,22 ^a
Cinzas (%)	0,63 ^a	0,56 ^a
Proteína (%)	4,03 ^a	2,82 ^b
Lipídios (%)	0,39 ^b	0,58 ^a
Amido (%)	77,78 ^a	60,06 ^b
Luminosidade (L*)	88,38 ^a	59,15 ^b
Intensidade de vermelho (+a*)	0,54 ^b	8,25 ^a
Intensidade de amarelo (+b*)	5,10 ^b	17,94 ^a

Médias seguidas pela mesma letra, entre linhas, não diferem-se estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) $n=3$.

O teor de água encontrado para os amidos foi de 8,41 e 8,20%, respectivamente. Os resultados obtidos, encontram-se dentro das especificações recomendadas pela legislação Brasileira para amidos comerciais, a qual recomenda teor de água máximo de 14% para amido (BRASIL, 1987). Com relação à atividade de água, observou-se baixos valores, e apesar de não existir parâmetros legais que determinem o teor de atividade de água para amidos, são necessários valores seguros ($a_w < 0,6$) que dificultam o desenvolvimento de grupos de microrganismos deteriorantes (FELLOWS, 2006).

O teor de cinzas dos amidos de pitomba foi de 0,56 e 0,63% quando extraídos em soluções de hidróxido de sódio e metabissulfito de sódio, respectivamente. Observou-se uma ligeira diminuição do teor de cinzas quando o amido foi obtido em solução de hidróxido de sódio, apesar de não haver diferença significativa entre os métodos de extração. Um comportamento semelhante também foi observado por Luciano (2016) ao caracterizar amido

de semente de jaca mole em água e soluções de hidróxido de sódio 0,05M e 0,1M, obtiveram teor de cinzas de 0,20, 0,16 e 0,05%. Rondán-Sanabria e Finardi-Filho (2009) relatam valor de cinzas de 0,12% para amido de raízes de maca.

Os percentuais de lipídios encontrados para os dois métodos de extração (0,39 e 0,58%) são considerados baixos e desejáveis. Ascheri et al. (2010) recomendam que o percentual de lipídios no amido seja inferior a 1%. Valor próximo ao encontrado para o amido de pitomba foram relatados por Gani et al. (2017) ao caracterizarem amido extraído de cultivares de arroz do Himalaia com variação de 0,39 a 0,56% e Falade et al. (2014) quando caracterizaram amido extraído de arroz Africano e obtiveram um percentual de 0,40% de lipídios. Maniglia e Tapiablacido (2016) ao estudarem as características de amido extraído de mesocarpo de babaçú em solução de hidróxido de sódio a 0,25% obtiveram teor de lipídio de $0,13 \pm 0,03\%$. A diferença estatística observada entre os percentuais de lipídios dos amidos está atribuída a etapa de lavagem do amido em álcool (95%) quando este é extraído em solução de metabissulfio de sódio, sendo capaz de realizar o arraste de gorduras presente na amostra. De acordo com Nagendra Prasad et al. (2011) a polaridade apresentada pelo álcool é capaz de extrair material insaponificável contido em uma amostra.

Observou-se também diferença entre o teor de proteína dos amidos extraídos. O menor conteúdo de proteína encontrado para o amido extraído em solução alcalina está atribuído ao fato das proteínas presentes na amostra serem solubilizadas pela solução, o que não ocorre na extração em solução de metabissulfito de sódio. Ao comparar o teor de proteína obtido para o amido extraído em solução de metabissulfito de sódio de 4,04%, com o percentual de proteína obtido para o endocarpo *in natura*, 4,83% (Tabela 4.2), pode-se afirmar que esses valores são próximos, sendo a diminuição da proteína no amido quando comparada ao endocarpo *in natura*, associada aos processos de lavagem da amostra durante as etapas de obtenção.

O percentual de amido obtido para a amostra extraída em solução de metabissulfito de sódio foi superior ao obtido nas amostras extraídas em solução de hidróxido de sódio, apresentando diferença estatística. O percentual de 77,78% é próximo ao relatado por Melo Neto et al. (2015) para amido extraído de frutos de pupunha, e superior ao percentual de 71,56% encontrado para amido de semente de manga ‘Tommy Atkins’ relatado por Mendes et al. (2015).

Os parâmetros de luminosidade observados para os amidos de pitomba diferiram estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$). Observa-se uma maior luminosidade para o amido extraído em solução de metabissulfito de sódio caracterizando-o como um amido de cor clara quando

comparado ao amido extraído em solução de hidróxido de sódio (Figura 4.1). Alemán et al. (2015) encontraram valores de luminosidade variando de 79,47 à 89,41 para amidos extraídos de diferentes híbridos de bananeira.

A tonalidade a^* observada para os amidos apresentou diferença estatística com valores tendenciosos ao vermelho sendo o amido extraído em solução de metabissulfito com menor intensidade a esta coloração como pode ser observado na Figura 4.1. A intensidade de amarelo (b^*) também diferiu entre os amidos de pitomba, observando uma maior intensidade de coloração para o amido extraído em solução de hidróxido de sódio. Segundo Díaz et al. (2016) baixos valores de b^* quando associado a luminosidade elevada, também estão associados a pureza e qualidade do amido.



Figura 4.1: Amido de pitomba obtido em solução de metabissulfito de sódio (A) e em solução de hidróxido de sódio (B).

Hornung et al. (2017) ao avaliarem a cor de amido nativo de cará-do-mato (*D. piperifolia*) obtiveram luminosidade de 71,1, valor de a^* 11,6 e b^* 36,6, que apresentaram tendência moderada para o vermelho e forte intensidade para o amarelo. A pigmentação dos amidos pode exercer influência negativa quando estes forem aplicados em formulações, um fator a ser observado é a quantidade utilizada, para que não interfira na aceitação dos produtos (FALADE e CHRISTOPHER, 2015; HORNUNG et al., 2016).

Segundo Díaz et al. (2016) apesar da coloração dos amidos ser um fator limitante para a utilização como ingrediente alimentar, a adequação ao uso pode facilitar a industrialização, como, amido utilizado como espessante em pasta de frutas deve ser bastante claro, mas amido como espessante em molhos para salada devem ser preferencialmente opacos.

Baseando-se nos percentuais de teor de água, atividade de água e percentual de amido, obtidos pelos métodos em estudo, observou-se que o amido extraído em solução de

metabissulfito de sódio apresenta características favoráveis a utilização e armazenamento, superiores às encontradas para o amido extraído em solução de hidróxido de sódio.

4.3 Caracterização toxicológica e química do amido

O efeito citotóxico e conteúdo de compostos fenólicos totais (C.F.T) do amido de pitomba selecionado nesse estudo está apresentado na Tabela 4.5. Verificou-se atividade citotóxica DL_{50} de $236,46 \mu\text{g mL}^{-1}$, considerada como atividade moderada, segundo Nguta et al. (2011) que classificam extratos orgânicos e extratos aquosos com valores de DL_{50} menores que $100 \mu\text{g mL}^{-1}$ como alta toxicidade, DL_{50} entre 100 e $500 \mu\text{g mL}^{-1}$ toxicidade moderada, DL_{50} entre de 500 e $1000 \mu\text{g mL}^{-1}$ fraca toxicidade e DL_{50} acima de $1000 \mu\text{g mL}^{-1}$ como atóxicos (não tóxicos).

Tabela 4.5: Resultado da atividade citotóxica e compostos fenólicos totais.

Parâmetro	Resultado
*Citotoxicidade DL_{50}	236,46 (limite inferior 68,70 - limite superior 404,22)
**C.F.T (mgEAG/g)	6062,6 \pm 14

*Dose Letal (DL_{50}). **Resultado expresso como média \pm desvio padrão (n = 3).

Pereira et al. (2012), estudando a toxicidade em plantas condimentares, ressaltam que o potencial tóxico das substâncias está ligado principalmente à sua composição química, sobretudo nas proteínas e compostos fenólicos podendo ser relacionado ao elevado teor de compostos fenólicos influenciando os baixos valores de DL_{50} encontrados. Souza et al. (2016a) quantificaram 13 tipos diferentes de compostos fenólicos em pitomba o que pode ocasionar a toxicidade moderado do amido extraído desse fruto. Pompilho et al. (2014) ao estudarem a toxidade em extratos de folhas de *O. frutescens*, *T. oblongifolia* verificaram que estes apresentam toxicidade moderada, relatando ainda que o resultado pode estar associado as moléculas bioativas presente nas amostras.

O conteúdo de 662,6 mgEAG/g encontrado para o amido de pitomba (Tabela 4.5) reforçam a relação entre a toxicidade e os compostos fenólicos de uma amostra. Souza et al. (2016a) ao quantificarem os compostos fenólicos em frutos de pitomba, relataram a presença de nove compostos diferentes com atividade fenólica, incluindo catequinas, flavonóides e ácidos hidroxicinâmicos. Barbosa (2016) relata que as similaridades biossintéticas oriundas das

relações filogenéticas permitem que a ocorrência de substâncias bioativas seja frequente em espécies da mesma família. Díaz e Rossini (2012) identificaram a presença de flavonoides em extratos de sementes de *Dodonaea spp.* e catequinas em *Paullinia spp.* ambas pertencentes a família das Sapindaceae.

A presença de compostos fenólicos em amido tem a capacidade de alterar as propriedades funcionais como as propriedades reológicas, de gelatinização, retrogradação e gelificação (ZHU, 2015). Zhu e Wang (2012) relatam aumento da viscosidade e diminuição da temperatura de gelatinização do amido de arroz quando este é adicionado de polifenóis. Segundo os autores a adição do polifenol (rutina) ao amido retardou o processo de retrogradação, os mesmos sugerem o desenvolvimento de alimentos funcionais a base de amido ricos em polifenóis.

4.4 Características funcionais do amido

A Figura 4.2 demonstra os resultados de poder de inchamento e índice de solubilidade do amido de pitomba quando submetido as temperaturas de 60, 70, 80 e 90 °C. Observou-se que a elevação da temperatura de 60 para 70 °C ocasionou pequeno aumento no poder de inchamento do amido de pitomba, porém ao atingir a temperatura de 90 °C uma elevação aproximada de 3 g/g é observada no seu poder de inchamento, quando comparado ao valor obtido sob a temperatura de 60 °C. Tendência semelhante foi relatada por Zhu et al. (2018) para amido de pimenta preta que apresentaram pouca variação no poder de inchamento quando a temperatura aumentou de 55 para 65 °C. Mendes et al. (2015) obtiveram poder de inchamento máximo de 7,85 g/g, para o amido nativo extraído de sementes de manga ‘Tommy Atkins’ estando próximo a 6,59 g/g encontrado para o amido de pitomba.

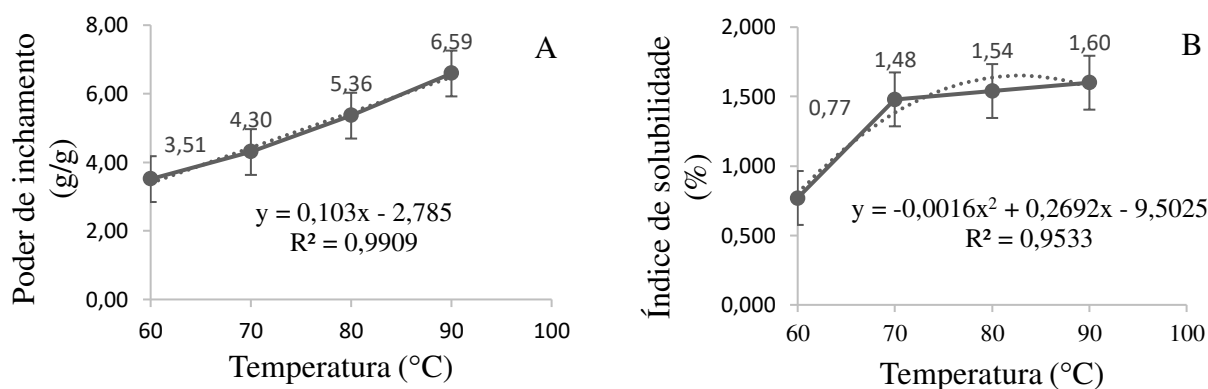


Figura 4.2: Poder de inchamento (A) e índice de solubilidade (B) do amido de pitomba.

A influência da temperatura sobre o poder de inchamento do amido é ocasionada pela maior vibração das moléculas do grânulo ao atingir temperaturas mais altas, causando o rompimento das ligações intermoleculares, permitindo que os sítios de ligação liberados possam realizar ligações de pontes de hidrogênio com a molécula de água (DAMODARAN et al., 2010). Hashim et al. (1992) ressaltam que durante a faixa de temperatura de gelatinização, o grânulo de amido tem um inchamento limitado, na qual somente uma pequena parte de carboidratos é solubilizada, porém, a medida que a temperatura aumenta acima da temperatura de gelatinização, ocorre um aumento no poder de inchamento e uma grande parte de carboidratos é lixiviada a partir do grânulo de amido.

O índice de solubilidade representado na Figura 4.2 (B) apresentou uma elevação no seu percentual de 0,7 para 1,4% com o aumento da temperatura de 60 para 70 °C, porém manteve-se praticamente estável entre as demais temperaturas utilizadas nesse estudo, atingindo solubilidade de 1,6% para a temperatura de 90 °C. Wani et al. (2015) também observaram aumento da solubilidade do amido de *Sagittaria sagittifolia* L. em função da temperatura atingindo solubilidade de 0,14% à 90 °C.

De uma maneira geral, pode-se afirmar que o amido de pitomba apresentou baixa solubilidade e poder de inchamento o que deve estar relacionado à integridade do grânulo de amido nativo. Superfícies, poros e canais existentes nos grânulos permitem a fácil penetração da água provocando a hidratação, inchaço e lixiviação do amido (VAMADEVAN e BERTOFT, 2013). Mendes et al. (2012) e Ziegler et al. (2018) ressaltam ainda que a baixa solubilidade do amido pode estar associada ao grau de ramificação da cadeia, uma vez que a solubilidade é resultado da lixiviação da amilose.

Para a descrição do poder de inchamento do amido, o modelo linear apresentou um bom ajuste, enquanto o modelo quadrático foi o que melhor representou os dados experimentais do índice de solubilidade do amido de pitomba em função da temperatura, com coeficientes de determinação de 0,99 e 0,92 respectivamente.

Os resultados das propriedades funcionais do amido de pitomba estão apresentados na Tabela 4.6, na qual observa-se percentual de amilose de 19,25%. Na literatura uma grande variação no percentual de amilose é observado, por esta ser influenciada pelas características botânica e métodos de determinação, no entanto, valor próximo ao encontrado nesse estudo foi relatado por Leopoldino (2017) ao caracterizar o amido nativo isolado da palma forrageira encontrando percentual de amilose de 19,70. Lemos et al. (2017) obtiveram percentual de

amilose de $19,70 \pm 0,89$, $20,46 \pm 0,66$, $16,36 \pm 0,27$ e $11,19 \pm 0,80$ para os amidos nativos de milho, batata, banana e mandioca respectivamente.

Tabela 4.6: Propriedades funcionais do amido de pitomba.

Amido de pitomba			
Amilose (%)	Amilopectina (%)	Índice de Gelificação	
$19,25 \pm 0,17$	$80,75 \pm 0,18$	$14,0 \pm 1,0$	
Claridade da pasta			
0 h	24 h	48 h	96 h
$3,58 \pm 0,29$	$4,28 \pm 0,02$	$7,89 \pm 0,41$	$9,27 \pm 0,04$

Resultados expressos como média \pm desvio padrão (n = 3).

A proporção de amilose exerce influência sobre a viscosidade das pastas de amido. Segundo Bello- Perez et al. (2006) o baixo teor de amilose exerce um importante papel nas propriedades físico-químicas e funcionais do amido, por ser a principal responsável pelo fenômeno da retrogradação.

O alto percentual de amilopectina observado para o amido de pitomba (Tabela 4.6) é ocasionado pela presença de um maior número de cadeias ramificadas, o que influencia diretamente na solubilidade por apresentarem maior resistência a penetração de água, conforme comprovado anteriormente nos resultados do índice de solubilidade desse amido.

Elevado teor de amilopectina proporcionam ao amido estabilidade a retrogradação e sinérese, devido a reassociação das moléculas de amilopectina, possuem sua estrutura ramificada, isso acontece em menor escala e rapidez devido à dificuldade de reorganização apresentada pela sua estrutura química (WEBER et al., 2008).

O índice de gelificação do amido (Tabela 4.6) obtido a partir da menor concentração de gelificação foi de 14% para o amido de pitomba. Segundo Lawal e Adebawale (2005) quanto menor o índice de gelificação, melhor as propriedades de gelatinização do amido.

Os resultados da claridade da pasta (Tabela 4.6) demonstram a turbidez apresentada pelo amido de pitomba (Figura 4.3) no qual obteve valor de 3,58% de transmitância com uma diminuição acentuada na turbidez em função do tempo de armazenamento atingindo 9,27% de transmitância após 96 h de armazenamento refrigerado da pasta. O aumento da transmitância em função do tempo de armazenamento também foi relatado por Leopoldino (2017) para amido de palma, o qual associa esse comportamento à reorganização das moléculas de amilose.

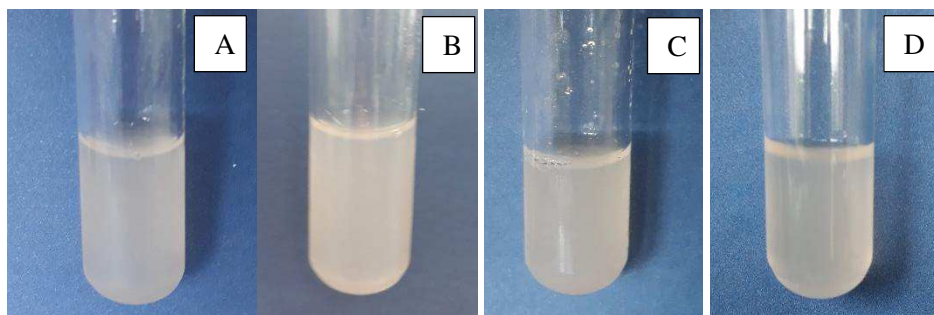


Figura 4.3: Claridade da pasta de amido após 0, 24, 48 e 96 horas de armazenamento (A, B, C, D).

Os amidos com menor turbidez são preferencialmente utilizados como espessantes em produtos de confeitaria ou filmes comestíveis, porém, amidos de alta turbidez são indicados para produção de molhos e saladas (CRAIG et al., 1989).

O percentual de absorção de água está relacionado ao comprimento da cadeia de amido e a sua interação com as moléculas de água (MILÁN-NORIS et al., 2017). O resultado obtido para o amido de pitomba apresentado na Figura 4.4 foi de 89,49%. Wani et al. (2014) também relatam capacidade de absorção de água semelhante, ao analisarem amido de castanha cavalo indiana, para a qual obtiveram valor de 94%. Andrabi et al. (2016) relataram capacidade de absorção de água variando de 74 a 88% para amidos de diferentes espécies de feijão cultivado na Índia.

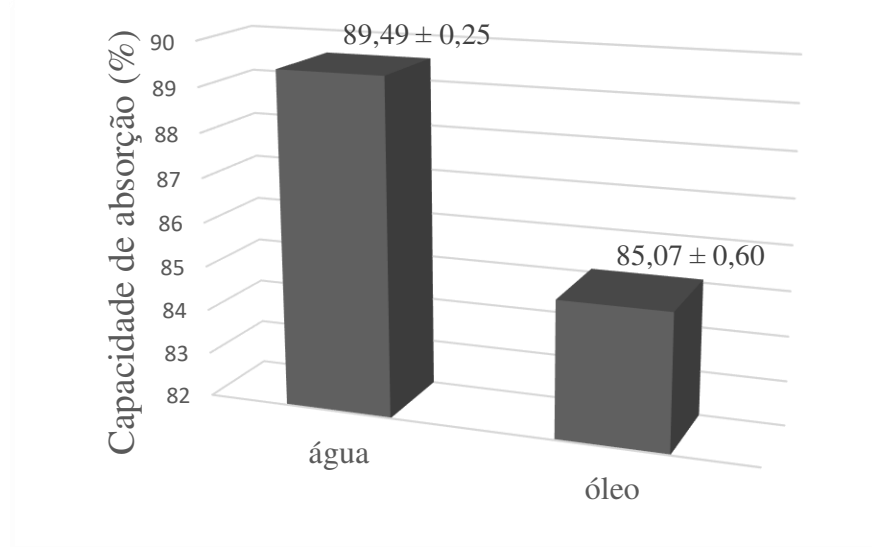


Figura 4.4: Capacidade de absorção de água e óleo do amido nativo de pitomba.

A capacidade de absorção de óleo do amido está relacionada ao aprisionamento físico de óleo dentro da estrutura do amido provocada pela apolaridade da estrutura (ABU et al., 2006). A alta capacidade de absorção de óleo encontrada para o amido de pitomba (Figura 4.4) assemelha-se aos resultados relatados por Zhang et al. (2016b) os quais encontraram variações de 70,09 à 85,66% na capacidade de absorção de óleo de amido de semente de jaca, refletindo a boa relação desses amidos na ligação com lipídios.

De uma forma geral, a alta capacidade de absorção de água e óleo do amido de pitomba demonstra uma característica desejável para utilização desse amido como ingrediente em produtos que necessitam de grande retenção de água e gordura sugerindo a sua utilização como espessante e estabilizante em fluidos e emulsões.

4.5 Calorimetria exploratória diferencial (DSC)

O amido de pitomba apresentou alta temperatura de gelatinização (Tabela 4.7), com temperatura de início de gelatinização de $T_0 = 66,92$ °C, temperatura máxima de $T_p = 72,84$ °C e temperatura final de $T_f = 78,10$ °C. Estes resultados assemelham-se aos do amido de milho ($T_0 = 64,6$ $T_p = 68,9$ e $T_f = 74,7$ °C) e batata ($T_0 = 64,8$ $T_p = 67,2$ e $T_f = 73,8$ °C) relatados por Przetaczek-Roznowska (2017). Comparando as propriedades de gelatinização do amido de pitomba com os resultados de sementes de abacate e jaca variedade Xinglongbendi da China, descritos por Chel-Guerrero et al. (2016) e Zhang et al. (2016b), observou-se que o amido de pitomba apresentou maior resistência a gelatinização que o amido de semente de abacate, porém o seu processo de gelatinização é iniciado sob temperatura inferior à do amido de jaca.

Tabela 4.7: Valores de calorimetria exploratória diferencial do amido de pitomba em comparação com amidos de abacate e jaca.

Amido	T_0 (°C)	T_p (°C)	T_f (°C)	ΔH (J/g)
Pitomba	66,92	72,84	78,10	4,70
Semente de abacate ¹	56,30	65,70	74,00	11,50
Semente de jaca ²	72,61	76,25	88,47	16,57

¹Chel-Guerrero et al. (2016), ²Zhang et al. (2016b)

T_0 = temperatura de início de gelatinização. T_p = temperatura de pico da gelatinização. T_f = temperatura final da gelatinização; ΔH = entalpia

A alta temperatura de gelatinização do amido está relacionada a estrutura da cadeia do grânulo (CHEL-GUERRERO et al., 2016), assim, devido o amido de pitomba ser composto por 81% de amilopectina (Tabela 4.6), apresenta pouca mobilidade celular, altas temperaturas

são necessárias para que ocorra a gelatinização onde acontece a ruptura das ligações, estabelecendo-se novas ligações com a água.

A determinação da entalpia de gelatinização demonstrou que o amido de pitomba necessita de uma energia muito pequena para que ocorra o intumescimento dos grânulos $\Delta H = 4,70 \text{ J.g}^{-1}$ apresentando uma entalpia de aproximadamente 2,5 e 3,5% menor que o amido de abacate e jaca (Tabela 4.7) respectivamente. A diferença nos valores de entalpia entre os amidos pode estar relacionada as suas estruturas cristalinas diferentes, segundo Peng e Yao (2018) o baixo valor de ΔH está correlacionado a baixa cristalinidade do amido.

4.6 Perfil de viscosidade em RVA (Rapid Visco Analyser)

Os resultados dos parâmetros viscoamilográficos apresentados na Tabela 4.8 demonstram as mudanças ocorridas devido a gelatinização do amido, como consequência do seu aquecimento em excesso de água sob uma taxa de cisalhamento constante (HOOVER et al., 2010). A temperatura de pasta do amido foi de 77,5 °C ficando próximo aos valores obtidos para amido de pimenta preta relatado por Milán-Noris et al. (2017) que variaram de 70,8 à 76,5 °C em função da variedade. O resultado obtido para a temperatura de pasta do amido em estudo permite sugerir a inclusão do mesmo em produtos submetidos a pasteurização ($\geq 75 \text{ °C}$), quando o processo de gelatinização não for desejável.

Tabela 4.8: Valores médios das propriedades de pasta por RVA do amido de pitomba.

Parâmetro	Valores médios
Temperatura da pasta (°C)	77,5 ± 0,0
Pico de Viscosidade (Cp)	2531 ± 48
Viscosidade mínima (cp)	1056 ± 19
Queda de viscosidade (cp)	1475 ± 30
Viscosidade final (cp)	1607 ± 26
Retrogradação (cp)	551 ± 7
Tempo de pico (min)	4,0 ± 0,0

Resultados expressos como média ± desvio padrão (n = 3).

De acordo com Leonel et al. (2005) a temperatura da pasta refere-se a temperatura de início do inchaço dos grânulos, que de acordo com outros estudos (WOOD et al., 2011; XU et al., 2013), pode estar relacionado com a distribuição do tamanho granulado de amido e suas características moleculares.

O amido em estudo atingiu um alto pico de viscosidade a quente (2531 ± 48) e uma viscosidade final a frio relevante para melhoria de textura (1607 ± 26), sugerindo a sua aplicação como agente espessante na formação de pastas. Mendes et al. (2015) estudando as propriedades de pasta do amido nativo de semente de manga variedade Tommy Atkins encontraram um pico de viscosidade e viscosidade final da pasta de 1949 e 1545 cp respectivamente, ficando abaixo dos encontrados nesse estudo.

A queda de viscosidade da pasta indica a sua resistência à quebra, provocada pelo inchaço dos grânulos na presença de água. A queda de viscosidade observada para o amido de pitomba (1475 cp) é considerada alta quando comparado ao relatado por Zhang et al. (2016a) para amido de milho (401 cp), o que pode estar relacionado à seu baixo poder de inchamento que lhe proporciona maior resistência a quebra.

Sukhija et al. (2016) relatam um pico de viscosidade de 2893 e viscosidade final de 2741 cp para o amido nativo de taro indicando a sua maior capacidade de retenção de água, e maior resistência ao cisalhamento sendo capaz de formar um gel mais rígido, no entanto, os autores também relatam que a pasta do amido de taro apresentou uma retrogradação (792,3 cp) superior à encontrada para o amido de pitomba. Dessa forma as características de pasta em RVA do amido de pitomba indicam a sua capacidade de formação de pastas de baixa dureza e baixa tendência a retrogradação, ocasionada pelo pequeno teor de amilose em sua composição (Tabela 4.6).

4.7 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A Figura 4.5 mostra as microfotografias do amido de pitomba realizadas no microscópio eletrônico de varredura em diferentes aumentos (100, 1000 e 2000 vezes).

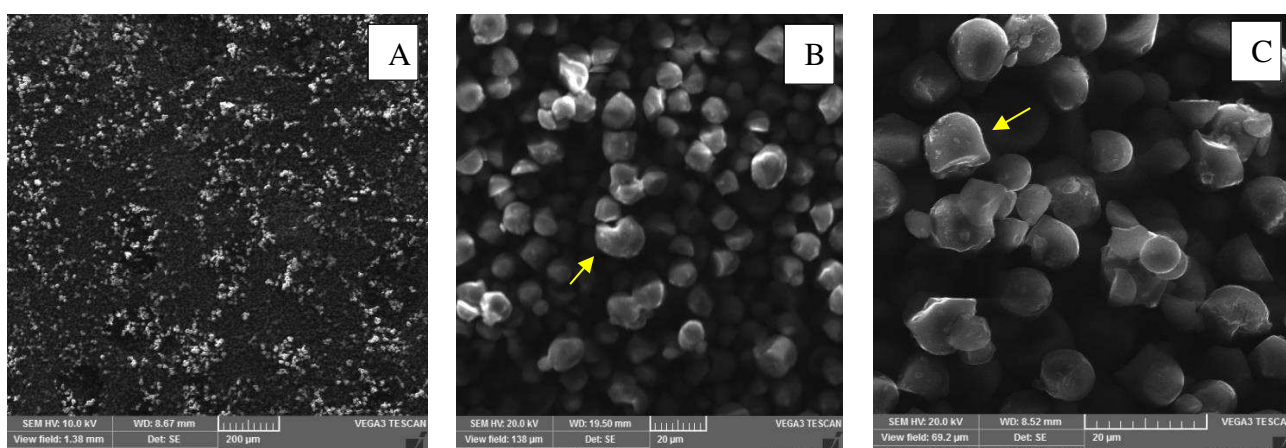


Figura 4.5: Fotomicrografias do amido de pitomba aumentado 100 (A), 1000(B) e 2000 (C) vezes.

A microscopia eletrônica de varredura permite observar que os grânulos do amido de pitomba possuem uma estrutura semioval e alguns grânulos com formato de sino, de superfície lisa sem fissura com algumas estruturas aglomeradas, apresentando tamanho médio de 8,85 μm . Rengsutthi e Charoenrein (2011), ao analisar a estrutura de amido do caroço de jaca também relatam que os grãos de amido eram semiovais ou com formato de sino, apresentando tamanho médio de 10 μm , enquanto Leonel (2007) ao analisar o tamanho e a forma do amido de batata relatou a presença de grânulos circulares e ovalados com predomínio de grânulos com diâmetro na faixa de 20 à 40 μm .

Superfícies de amido lisas com ausência de fissuras sugerem a pureza da extração do amido, porém as características morfológicas podem variar de acordo com a cultivar vegetal, estágio de crescimento da planta, condições ambientais, métodos de extração e purificação (OYEYINKA e OYEYINKA, 2018).

4.8 Comportamento reológico da pasta de amido

Os fatores de concentração da pasta, temperatura e velocidade de rotação, avaliados no comportamento reológico das pastas de amido de pitomba foram significativos a 1% de probabilidade pelo teste F conforme apresentado na Tabela 4.9.

Tabela 4.9: Análise de variância da viscosidade aparente das pastas de amido sob diferentes concentrações (2,4 e 6%), temperaturas (5, 15, 25, 65 e 75 °C) e rotações.

Fonte de variação	G.L	S.Q	Q.M	F
Concentração (F1)	2	470074950.6	235037475.3	13932.4**
Temperatura (F2)	4	79511613.5	19877903.4	1178.3**
Rotação (F3)	11	124120645.1	11283695.0	668.9**
Interação F1 x F2	8	76906906.2	9613363.2	569.8**
Interação F1 x F3	22	123617011.6	5618955.1	333.1**
Interação F2 x F3	44	5107316.7	116075.4	6.9**
Interação F1 x F2xF3	88	12021353.1	136606.3	8.1**
Tratamento	179	891359796.8	4979663.7	295.2**
Resíduo	360	6073167.5	16869.9	
Total	539	897432964.4		

** Significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$); G.L. - Grau de liberdade; S.Q. - Soma dos quadrados; Q.M. - Quadrado médio dos desvios; F - Variável do teste F.

Na Tabela 4.10 encontram-se os valores de viscosidade aparente de pastas de amido de pitomba nas concentrações de 2, 4 e 6% sob temperaturas de 5, 15, 25, 65 e 75 °C, em função das velocidades de rotação.

Tabela 4.10: Viscosidade aparente (mPa.s) das pastas de amido de pitomba com diferentes concentrações em função da temperatura e velocidade de rotação.

Concentração da pasta	Velocidade de rotação (rpm)	Temperatura da pasta °C				
		5	15	25	65	75
2%	20	145,80	103,33	50,00	12,50	12,50
	40	118,80	87,27	47,93	14,60	12,50
	50	108,30	86,67	45,00	16,67	16,27
	60	98,60	80,33	43,07	16,70	14,73
	80	92,60	73,97	40,63	15,60	15,97
	100	85,80	68,33	38,33	15,00	14,37
	120	81,60	64,30	35,40	14,60	14,73
	140	72,10	61,33	33,90	14,30	12,50
	150	65,90	60,00	33,33	13,40	12,23
	160	64,10	58,93	32,83	13,03	12,50
	180	61,60	57,30	31,50	12,97	12,03
200	57,70	55,33	30,43	12,50	11,30	
4%	20	2208,00	1550,00	1420,00	1041,67	1825,00
	40	1550,00	1025,33	900,00	641,50	1129,67
	50	1487,00	886,67	783,33	553,33	956,00
	60	1402,00	836,13	701,77	455,97	838,90
	80	1281,00	729,60	597,93	397,93	695,87
	100	1151,00	663,67	531,67	346,67	636,67
	120	1061,00	645,00	482,17	308,33	536,10
	140	1066,00	579,77	447,63	278,53	485,70
	150	1038,00	557,57	431,10	267,77	464,43
	160	1137,00	535,43	415,33	256,23	443,77
	180	1084,00	507,13	393,50	237,97	413,00
200	1019,00	479,00	374,17	222,50	386,67	
6%	20	7733,30	6490,00	5966,67	3816,67	3150,00
	40	4933,30	4225,00	3767,00	2271,00	1879,00
	50	4313,30	3696,67	3183,33	1926,67	1573,33
	60	3925,00	3286,67	2808,33	1655,67	1364,00
	80	3508,00	2750,00	2343,67	1352,00	1114,67
	100	3131,70	2406,67	2040,00	1155,00	951,67
	120	2938,00	2152,00	1806,67	1013,83	724,13
	140	2779,70	1962,00	1628,67	910,50	752,37
	150	2677,70	1865,67	1547,67	861,13	715,57
	160	2513,70	1781,33	1471,00	820,80	683,20
	180	2369,30	1673,00	1357,33	777,40	634,20
200	2198,00	1575,00	1268,33	706,67	590,00	

Observou-se que as amostras apresentaram maior viscosidade aparente com o aumento da concentração do amido, no entanto, verificou-se tendência de diminuição da viscosidade aparente em função do aumento da velocidade de rotação, ou seja, em função do aumento da tensão de cisalhamento, significando que as amostras se comportaram como fluido pseudoplástico em todas as temperaturas estudadas.

Segundo Shamsudin et al. (2013), o aumento da velocidade gera força capaz de causar mudança estrutural, fazendo com que as partículas se rearranjem em direções paralelas, ocorrendo a quebra de partículas grandes em partículas menores, havendo a possibilidade de escoar mais facilmente na direção da tensão aplicada. Li e Zhu (2018) relatam diminuição da viscosidade das pastas de géis de amido de quinoa com o aumento da taxa de cisalhamento, estando em concordância com o relatado por Zhu et al. (2016) e Kong et al. (2010) para amidos de milho e amaranto respectivamente.

Analisando o comportamento da viscosidade em função da temperatura, observou-se diminuição considerável da viscosidade aparente das pastas com o aumento da temperatura. De acordo com Pagno et al. (2014), a temperatura influencia na viscosidade aparente, obtendo-se geralmente uma viscosidade mais elevada sob temperaturas mais baixas. Heymam et al. (2014) ao estudarem as propriedades reológicas de pastas de amido de milho modificado, verificaram que a viscosidade das pastas foi mais elevada em menor temperatura, sugerindo que a interação entre os grânulos de amido seja maior sob baixas temperaturas, pois apesar de serem formados por partículas de micro gel que não permitem interpenetrar, os grânulos de amido se sobrepõem tornando-se mais viscoso sob menores temperaturas. Silva et al. (2018) relatam maiores viscosidades de bebidas formuladas com diferentes espessantes quando estas foram armazenadas sob temperatura de refrigeração.

As concentrações de amido utilizadas (2, 4 e 6%) forneceram viscosidade significativa às pastas de amido, sugerindo aplicações destas no aumento da fluidez de líquidos. Segundo Ai e Jane (2015) a viscosidade obtida da pasta, determina o poder de espessamento do amido para várias aplicações industriais, no entanto as características reológicas de pastas de amido dependem de muitos fatores, incluindo a estrutura química de amido, concentração de amido, temperatura, taxa de cisalhamento, e tempo.

A Tabela 4.11 apresenta os parâmetros, os coeficientes de determinação e os desvios percentuais médios do modelo de Lei da potência ajustados aos reogramas das pastas de amido de pitomba.

Tabela 4.11: Parâmetros de ajuste do modelo de Lei da Potência aos dados reológicos de pastas de amido com diferentes concentrações e temperaturas.

Modelo	Concentração (%)	T (°C)	Parâmetros		R ²	P (%)
			K	N		
Lei da potência	2	5	0,446035	0,552737	0,9813	5,24
		15	0,265650	0,623598	0,9996	0,94
		25	0,106855	0,702045	0,9993	2,06
		65	0,024159	0,847659	0,9926	8,82
		75	0,024123	0,823352	0,9960	5,60
	4	5	2,519507	0,764469	0,9784	6,48
		15	3,288074	0,517659	0,9977	1,53
		25	3,305881	0,452781	0,9957	1,55
		65	1,000000	1,000000	0,9999	0,01
		75	5,401309	0,342030	0,9983	0,82
	6	5	16,15690	0,504412	0,9865	2,89
		15	18,08167	0,388800	0,9991	0,62
		25	18,67064	0,328239	0,9935	1,21
		65	12,87647	0,275268	0,9979	0,75
		75	10,29990	0,286132	0,9973	0,79

Os maiores índices de consistência (K) foram obtidos para as pastas de amido de pitomba na concentração de 6%, os quais variaram de 10,29990 à 18,67064 Pa. sⁿ em função da temperatura. Observou-se que o índice de consistência foi elevado com o aumento da concentração de amido na pasta, no entanto não se notou uma tendência bem definida de comportamento com a mudança de temperatura; nas concentrações de 2 e 6% o índice de consistência apresentou diminuições com o aumento da temperatura, enquanto na concentração de 4% não se verificou uma tendência clara. O parâmetro n, representado pelo índice de comportamento do fluido, apresentou comportamentos divergentes com o aquecimento conforme se alterou a concentração de amido, aumentando na menor concentração e variando de forma aleatória nas concentrações de 4 e 6%. Apesar do comportamento indefinido do índice de comportamento do fluido nas diferentes concentrações de pasta em todos os casos tem-se sempre $n \leq 1$ caracterizando, portanto, os fluidos como não newtonianos e pseudoplásticos (SOUSA et al., 2017).

Alpizar-Reis et al. (2018) ao ajustarem os dados reológicos de pastas de mucilagem de sementes de tamarindo ao modelo da Lei da Potência, relataram aumento do parâmetro K quando a concentração foi aumentada, atribuindo esta característica a uma maior capacidade de ligação com a água devido ao aumento da interação intermolecular. Além disso, reportam que

o coeficiente de consistência (n) diminuiu quando a temperatura foi aumentada indicando uma diminuição na viscosidade em altas temperaturas, concordando assim com o comportamento dos parâmetros da Lei da Potência encontrados para as pastas de amido de pitomba. De acordo com Chenlo et al. (2010) o índice de consistência (K) é fortemente influenciado pela concentração e temperatura da solução, enquanto o índice de comportamento do fluido (n) não possui forte dependência da concentração e temperatura das soluções poliméricas

Os coeficientes de determinação (R^2) para todas as concentrações de pasta estudadas foram superiores a 0,97 e os valores dos desvios percentuais médios (P) inferiores a 10%, significando que o modelo de lei da potência pode ser utilizado para estimar o comportamento reológico de pastas de amido de pitomba nas concentrações de 2, 4 e 6%.

Na Tabela 4.12, estão apresentados os parâmetros do modelo reológico de Mizrahi–Berk ajustado aos dados experimentais de tensão de cisalhamento e taxa de deformação das pastas de amido de pitomba em diferentes concentrações e temperaturas.

Tabela 4.12: Parâmetros de ajuste do modelo de Mizrahi–Berk aos dados reológicos de pastas de amido com diferentes concentrações e temperaturas.

Modelo	Concentração (%)	T (°C)	Parâmetros			R ²	P (%)
			K _{OM}	K _M	n _M		
Mizrahi–Berk	2	5	-7,595610	7,829864	0,051309	0,9793	2,14
		15	0,233139	0,355154	0,369783	0,9993	0,38
		25	-0,508823	0,707555	0,238939	0,9993	0,52
		65	-1,177420	1,082004	0,156873	0,9923	2,24
		75	-1,402410	1,340926	0,124958	0,9994	1,73
	4	5	2,707040	0,232187	0,752835	0,9917	1,63
		15	1,487590	0,699104	0,413252	0,9966	0,72
		25	1,809841	0,448134	0,451174	0,9982	0,49
		65	1,369231	0,600388	0,318373	0,9980	0,34
		75	1,906921	0,711340	0,335438	0,9976	0,35
	6	5	3,406282	1,438389	0,418868	0,9912	1,08
		15	1,822130	2,650813	0,258487	0,9982	0,38
		25	1,014763	3,319769	0,199283	0,9965	0,49
		65	2,829398	1,075301	0,289366	0,9972	0,34
		75	2,866333	0,729437	0,340820	0,9978	0,29

Observou-se que o parâmetro K_{OM}, que representa a raiz quadrada da tensão de cisalhamento inicial, não apresentou uma tendência de comportamento com o aumento da

temperatura, no entanto notou-se elevação desses valores com o aumento da concentração da pasta de amido, indicando que em maiores concentrações de pasta são necessários maiores valores iniciais de tensão de cisalhamento para o escoamento do fluido. Sousa et al. (2014a) ao estudarem o comportamento reológico de polpa de pequi ajustando os dados obtidos ao modelo de Mizrahi-Berk, também verificaram que com o aumento da temperatura o parâmetro K_{OM} não apresentou tendência definida, no entanto o aumento dos sólidos solúveis totais das amostras acarretou na elevação deste parâmetro.

O índice de consistência K_m e o índice de comportamento do fluido não apresentaram uma tendência de comportamento para as concentrações de pasta e temperaturas estudadas. Os coeficientes de determinação variando acima de 0,97 e os desvios percentuais médios abaixo de 2,15%, classificaram o modelo de Mizrahi-Berk como satisfatório para representar o comportamento reológico das pastas de amido de pitomba.

Os parâmetros de ajuste do modelo de Herschel-Bulkley aos dados reológicos da pasta de amido de pitomba em diferentes concentrações e temperaturas são apresentados na Tabela 4.13. Observou-se que o parâmetro que correspondente a tensão de cisalhamento inicial (T_{OH}) não apresentou uma tendência de comportamento em função da temperatura ou concentração das pastas de amido. Os valores referentes ao coeficiente de determinação obtidos pelo modelo de Herschel-Bulkley superiores a 0,97 e os desvios percentuais médios igual ou inferiores a 6,11, demonstrando ajustes satisfatórios.

Tabela 4.13: Parâmetros de ajuste do modelo de Herschel–Bulkley aos dados reológicos de pastas de amido com diferentes concentrações e temperaturas.

Modelo	Concentração (%)	T (°C)	Parâmetros			R ²	P (%)
			τ_{OH}	K_H	n_H		
Herschel–Bulkley	2	5	-3,23005	2,587113	0,259079	0,9726	4,94
		15	0,208583	0,189601	0,691219	0,9995	0,76
		25	-0,172851	0,169586	0,609844	0,9993	1,08
		65	-0,218229	0,096388	0,568473	0,9924	6,11
		75	-0,059602	0,040440	0,716183	0,9929	3,81
	4	5	10,13058	0,404627	1,179077	0,9899	3,77
		15	2,432195	2,099170	0,607178	0,9985	1,12
		25	4,033387	1,230974	0,648310	0,9990	0,58
		65	-0,000214	1,000075	0,999977	0,9999	0,01
		75	4,011038	2,725687	0,462850	0,9996	0,35
	6	5	8,618788	11,73260	0,567202	0,9869	2,64
		15	1,516808	17,06893	0,398904	0,9990	0,64
		25	-19,5388	34,19235	0,238135	0,9944	1,26
		65	9,017060	6,158496	0,395451	0,9993	0,36
		75	8,825293	3,988684	0,446649	0,9998	0,18

A Tabela 4.14 exibe-se os parâmetros de ajuste do modelo de Casson aos dados reológicos das pastas de amido de pitomba. O parâmetro K_{OC} , correspondente a tensão de cisalhamento inicial das pastas, aumentou em função da elevação das concentrações de pasta. Os valores obtidos para a viscosidade plástica de Casson (K_C) diminuíram em função do aumento da temperatura e do aumento da tensão de cisalhamento.

O modelo de Casson apresentou valores de coeficientes de determinação, acima de 0,97 e desvios percentuais médios abaixo de 4,3%, configurando bons ajustes. Esse modelo foi originalmente projetado para descrever o comportamento reológico de tintas (CASSON, 1959), no entanto tem sido usado para estimar o comportamento de uma ampla gama de produtos alimentícios, como extrato de tomate e suco de laranja, sendo adotado como o método oficial para estimar as propriedades de escoamento de chocolates (RAO, 1999).

Tabela 4.14: Parâmetros de ajuste do modelo de Casson aos dados reológicos de pastas de amido com diferentes concentrações e temperaturas.

Modelo	Concentração (%)	T (°C)	Parâmetros		R ²	P (%)
			K _{OC}	K _C		
Casson	2	5	0,674830	0,183265	0,9781	3,00
		15	0,537884	0,170077	0,9978	0,83
		25	0,285479	0,142172	0,9927	1,80
		65	0,047712	0,109112	0,9800	4,26
		75	0,095038	0,097158	0,9775	3,78
	4	5	1,505045	0,784401	0,9866	2,14
		15	1,913217	0,439679	0,9958	0,86
		25	1,982595	0,346649	0,9979	0,59
		65	1,940139	0,216304	0,9948	0,72
		75	2,552818	0,284738	0,9949	0,70
	6	5	4,239750	0,933215	0,9906	1,02
		15	4,611880	0,644015	0,9925	0,97
		25	4,647882	0,517993	0,9871	1,09
		65	3,914202	0,321780	0,9929	0,71
		75	3,517688	0,301685	0,9953	0,59

Entre os modelos reológicos aplicados para estimar o comportamento de fluido das pastas de amido de pitomba, o modelo da Lei da Potência, Mizhari-Berck e Casson apresentaram boa representação do comportamento das pastas, no entanto por possuir apenas dois parâmetros de ajuste, o modelo da Lei da Potência pode ser considerado o mais indicado para prever os parâmetros reológicos das pastas de amido de pitomba. Alpizar-Reyes et al. (2018) ao estudarem as propriedades de fluxo reológico de mucilagem de sementes de tamarindo como nova fonte de hidrocolóides, indicam o modelo da Lei da Potência como satisfatório para descrição do comportamento reológico das amostras. Na Figura 4.6 apresentam-se os ajustes do modelo da Lei da Potência aos dados reológicos experimentais das pastas de amido de pitomba.

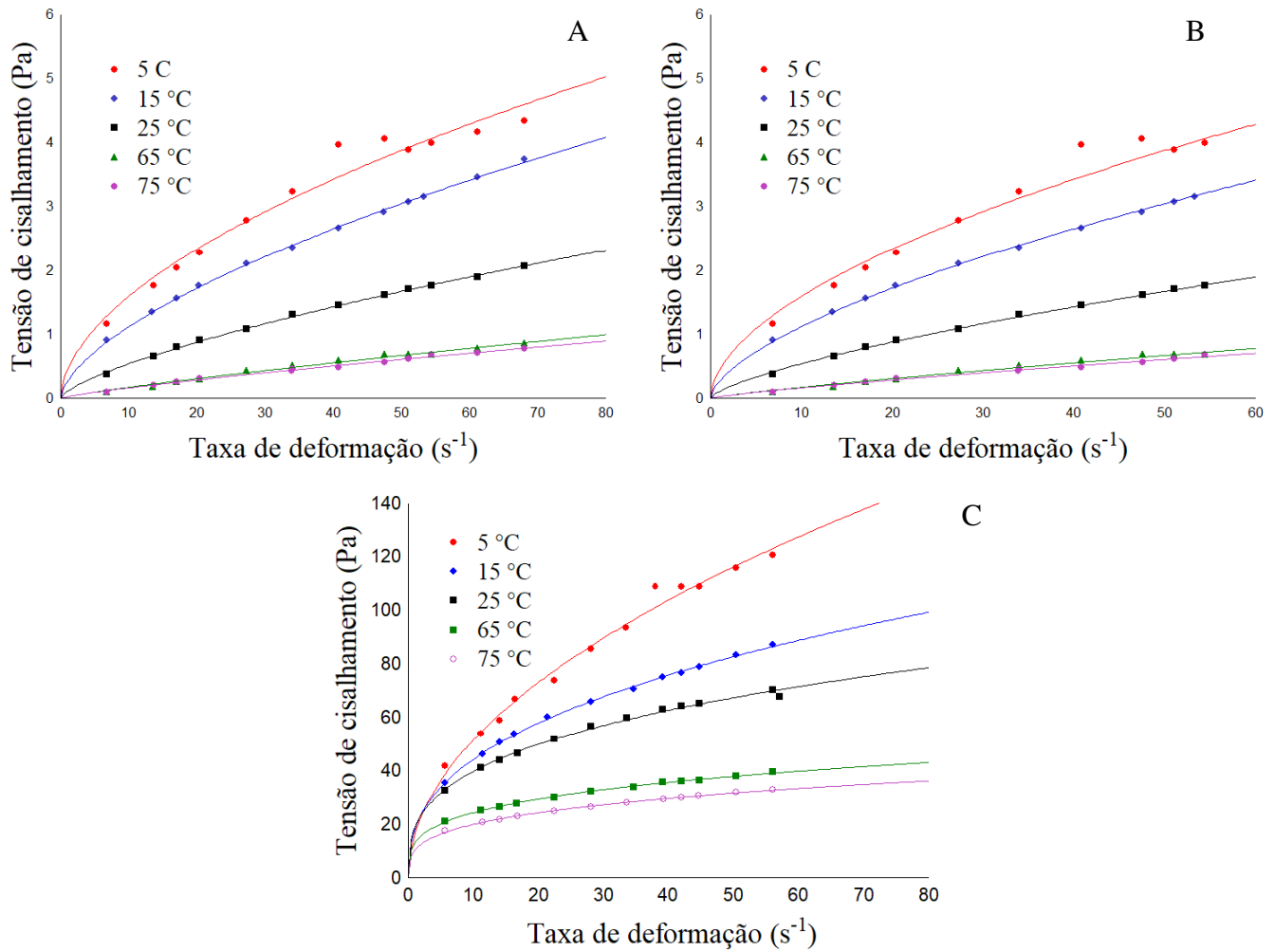


Figura 4.6: Reogramas das pastas de amido de pitomba nas concentrações de 2 (A), 4(B) e 6% (C) sob diferentes temperaturas, ajustados ao modelo de Lei da Potência.

4.9 Isoterma de adsorção de umidade

Na Tabela 4.15 tem-se os parâmetros de ajuste dos modelos de GAB, Oswin e Peleg ajustados às isotermas de adsorção de água do amido de pitomba nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, os coeficientes de determinação (R^2) e os desvios percentuais médios (P).

Tabela 4.15: Parâmetros dos modelos GAB, Oswin e Peleg ajustados às isotermas de adsorção de água do amido de pitomba.

Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros					
		X_m	C	K	R^2	P (%)	
GAB	20	5,386366	-687031	0,822470	0,99427	4,70	
	30	5,413497	312201,5	0,839143	0,99644	2,32	
	40	5,189418	19,92743	0,825729	0,99797	9,19	
Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros					
		A	B	R^2	P (%)		
Oswin	20	9,774000	0,331636	0,99667	0,58		
	30	9,633117	0,378398	0,99585	2,16		
	40	8,708684	0,365722	0,99827	2,69		
Modelo	Temperatura (°C)	Parâmetros					
		K_1	n_1	K_2	n_2	R^2	P (%)
Peleg	20	16,01179	11,54208	17,17935	0,811942	0,99907	0,49
	30	13,25545	0,484288	19,34624	6,625221	0,99728	1,32
	40	16,11817	10,66935	15,78634	0,844435	0,99988	0,74

Com base nos dados apresentados, observou-se pelos coeficientes de determinação que todos os modelos utilizados para descrição das isotermas de adsorção de água realizaram boa representação do fenômeno, no entanto o modelo de Peleg apresentou superioridade no ajuste aos dados experimentais nas temperaturas de 20, 30 e 40 °C, obtendo os maiores coeficientes de determinação ($R^2 > 0,98$) e menores desvios percentuais médios ($P < 2$) entre os modelos estudados. O modelo de Oswin apresentou R^2 significativos, porém os valores de P foram superiores aos observados para o modelo de peleg, o que indica uma maior dispersão entre os dados experimentais e os preditos pelo modelo.

O modelo de Peleg tem sido bastante utilizado na representação do comportamento higroscópico de produtos alimentícios. Silva et al. (2013b) relataram bom ajuste do modelo de Peleg aos dados de isotermas de adsorção de pimenta de macaco. Spada et al. (2013) ao ajustarem os dados experimentais das isotermas de adsorção de água de microcápsulas de amido de pinhão hidrolisado, sob as temperaturas de 10, 20 e 30 °C, verificaram um bom ajuste do modelo de Peleg aos dados experimentais, obtendo R^2 de 0,99 para as três temperaturas estudadas e P variando de 2,03 a 5,09%.

As constantes k_1 , n_1 , k_2 e n_2 do modelo de Peleg não apresentaram comportamentos padrão com o aumento da temperatura. Estes coeficientes são bastante empíricos e não possuem significado físico estabelecido. Comportamento semelhante foi demonstrado por Feitosa et al.

(2013) determinando, as isotermas de adsorção de umidade a 20, 30 e 40 °C, de fatias de goiabas Paluma desidratadas a 70 °C pré-tratadas com solução de ácido ascórbico (1%).

O modelo de GAB permite um entendimento físico da teoria da adsorção quando ajustado aos dados experimentais das isotermas (ANDRADE et al., 2011; MOREIRA et al., 2013). O parâmetro X_m indica a quantidade de água que está fortemente adsorvida a sítios específicos na superfície do produto, considerado importante para o armazenamento por longos períodos e crítico em algumas reações de degradação, diminuindo a estabilidade da matriz alimentar (COMUNIAN et al., 2011; SOUSA et al., 2014b).

Observando os parâmetros do modelo de GAB na Tabela 4.9, constatou-se que a umidade na monocamada molecular X_m variou de 5,386 a 5,189 com o menor valor observado sob a temperatura de 40 °C. Bezerra et al. (2010); Bezerra et al. (2011) e Melo et al. (2011), relataram aumento nos valores da monocamada em função da elevação da temperatura da isoterma de adsorção de água de pós das polpas de manga cv. Coité e cv. Espada, pós das polpas de manga cv. Rosa e cv. 'Tommy Atkins', e para polpa de Buriti respectivamente, quando ajustadas ao modelo de GAB; no entanto, a diferença entre a composição química do amido de pitomba e os pós de frutas evidencia a diferença entre os resultados. De acordo com Oliveira et al. (2014) a frutose e a glicose são responsáveis pela higroscopicidade, por apresentarem forte interação entre as moléculas de água devido aos terminais polares presentes. A inexistência desses açúcares no amido diminui a sua capacidade de absorção de água na monocamada, e apesar do aumento da temperatura acelerar o ganho de água, esta não se apresenta sob a forma adsorvida.

Para o modelo de Oswin os valores atribuídos ao parâmetro A variaram de 9,77 a 8,70, evidenciando uma diminuição do valor desse parâmetro com o aumento da temperatura; o parâmetro B não apresentou comportamento definido variando de 0,37 a 0,33. Segundo Blahovec (2004) no modelo de Oswin os valores devem ser para $a > 0$ e $1 > b > 0$, indicando que não há ponto de inflexão na curva e, sendo assim, não há mudanças na concavidade das funções, logo, tais parâmetros possuem consistência matemática e física.

Na Figura 4.7 encontram-se as isotermas de adsorção de água do amido de pitomba nas temperaturas 20, 30 e 40 °C com ajuste pelo modelo de Peleg, considerado o melhor modelo de ajuste utilizados nesse estudo. As curvas apresentadas (Figura 4.6) permitem observar um aumento do teor de água de equilíbrio com a elevação da atividade de água, caracterizando um comportamento característico de isotermas do tipo III (IUAC, 1985).

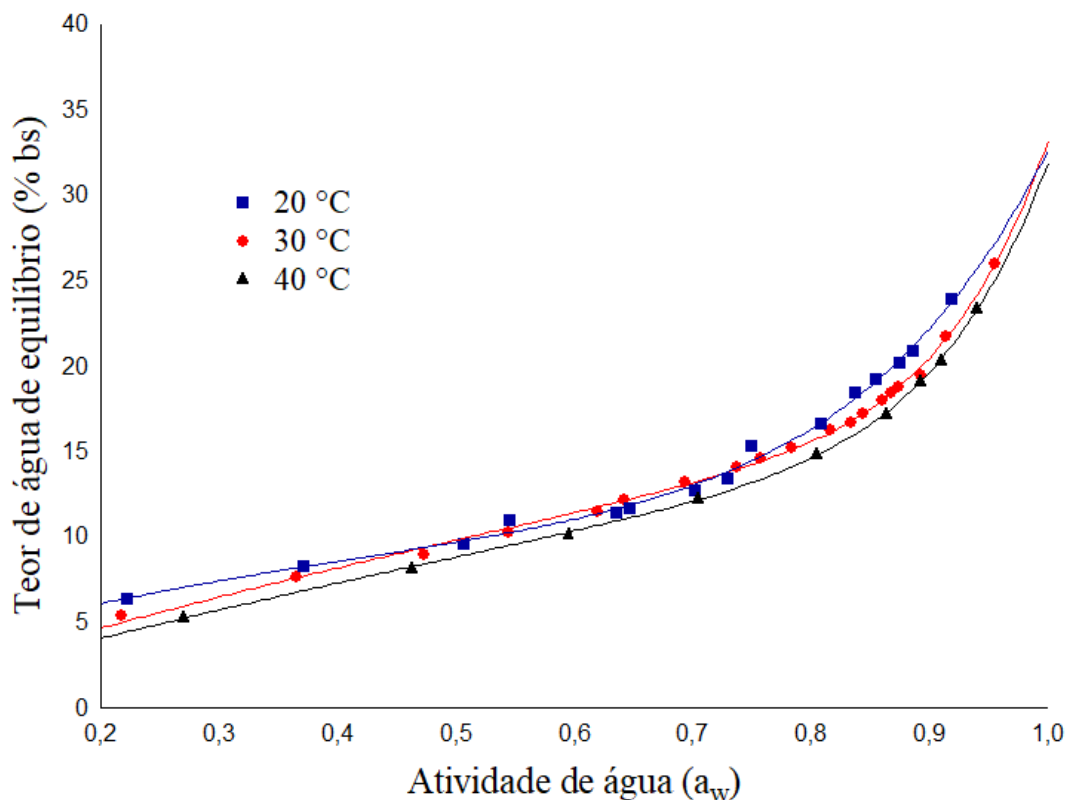


Figura 4.7: Isotermas de adsorção de água do amido de pitomba, em diferentes temperaturas, ajustadas ao modelo de Peleg.

Uma diminuição no teor de água de equilíbrio do amido foi observada com o aumento da temperatura podendo estar associado à sua composição química. O baixo conteúdo de açúcar presente no amido dificulta a ligação entre as moléculas de água, provocando um rápido aumento do conteúdo de água livre (a_w). Conforme Dias (2013) cada material possui uma isoterma de sorção característica para cada temperatura e suas variações se devem às diferenças na estrutura física, composição química e capacidade de retenção de água no material.

O comportamento de diminuição do teor de água de equilíbrio com o aumento da temperatura de sorção, é considerado atípico, sendo observado também por Shittu et al. (2015) ao analisarem as isotermas de pó de amido-albumina indicando alta higroscopicidade sob temperaturas elevadas. Nunes et al. (2009) também relatam aumento acelerado da a_w com diminuição do teor de água de equilíbrio em função do aumento da temperatura.

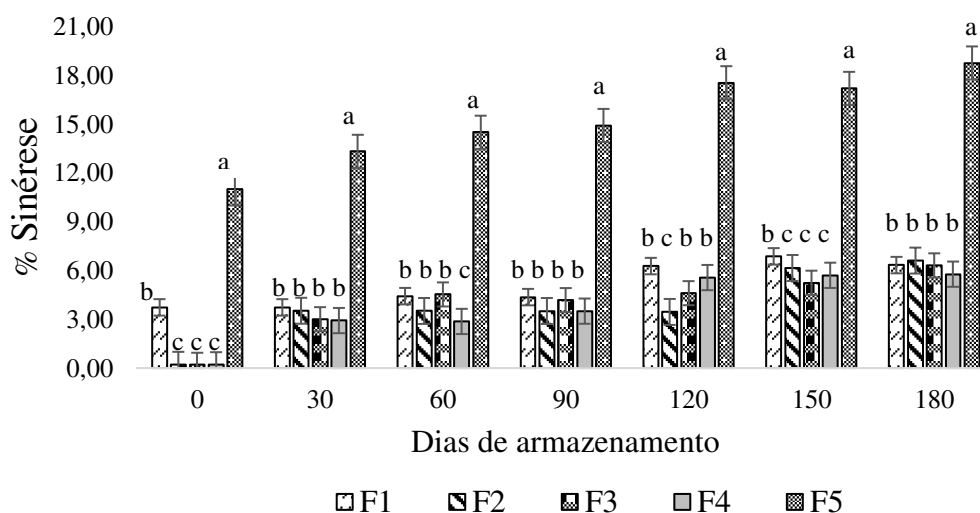
As isotermas de adsorção de produtos alimentícios fazem referência as características de deterioração como a degradação microbiana, a fluidez reduzida (ou aglomeração) e a dissolução dependendo da sua propriedade física e composição, que afetam a aceitabilidade dos produtos por seus consumidores e usuários finais (SHITTU et al., 2015). Diante dos resultados

das isotermas do amido de pitomba, pode-se afirmar uma necessidade de maiores cuidados ao se armazenar ou manusear o amido de pitomba sob temperaturas próximas e superiores a 40 °C que apresentam rápida elevação da a_w favorecendo a deterioração desse produto. O uso de embalagens que impeça o contato entre o amido e o vapor de água do ambiente são necessários para garantia da vida de prateleira do produto sob diferentes condições de armazenamento.

4.10 Armazenamento do catchup

4.10.1 Sinérese

O comportamento da sinérese das amostras de catchup armazenados por 180 dias à 7 °C está apresentado na Figura 4.8. Observou-se que o tempo de armazenamento influenciou a evolução progressiva da sinérese em todas as formulações de catchup mantidos sob refrigeração.



*Colunas identificadas com letras idênticas no mesmo tempo de armazenamento, não diferem-se estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) $n=3$.

Figura 4.8: Evolução da sinérese dos catchup armazenados durante 180 dias à 7 °C. F1 = 0,5% de amido de pitomba; F2 = 1% de amido de pitomba; F3 = 0,5% de amido de milho comercial; F4 = 1% de amido de milho comercial; F5 = controle.

Os maiores percentuais de sinérese em todos os tempos de armazenamento foram observados na formulação F5 (controle) demonstrando a incapacidade do catchup em manter a água estável durante o armazenamento sem a utilização de um ingrediente estabilizante em sua composição. As formulações F2, F3 e F4 não apresentaram sinérese imediata ao processamento,

demonstrando boa capacidade de ligação à água formando géis elásticos, relacionando esta característica aos amidos adicionados nestas formulações, que possuem a capacidade de absorção de água.

Pela adição de 0,5% de amido de pitomba (F1), viu-se uma redução da sinérese em relação a formulação controle, no entanto observou-se um percentual de sinérese (3,73%) imediata ao processamento com aumento progressivo, atingindo 6,60% aos 180 dias de armazenamento. Arocas et al. (2009) ao utilizar amidos nativos de milho, milho ceroso, batata e arroz como espessante e estabilizante em molho branco, não observaram sinérese em nenhuma das formulações logo após o preparo, no entanto após submetidos a ciclos de congelamento e descongelamento foram observados sinérese nos molhos com 6% de amidos de milho e batata, ressaltando que o aparecimento da sinérese após o processamento dos molhos está associado as mudanças estruturais ocorridas.

O aumento da concentração de amido de pitomba na formulação do catchup proporcionou uma maior estabilidade ao molho. A adição de 1% de amido de pitomba na F2, foi capaz de retardar o aparecimento da sinérese impedindo que esse fenômeno ocorresse imediato ao processamento, todavia, o aumento progressivo da sinérese ao decorrer do armazenamento também foi observado. Segundo Stahl et al. (2007) géis de amido tendem a formar estruturas rígidas durante o resfriamento, o que significa que com o decorrer do tempo de armazenamento o polissacarídeo tende a retrogradar.

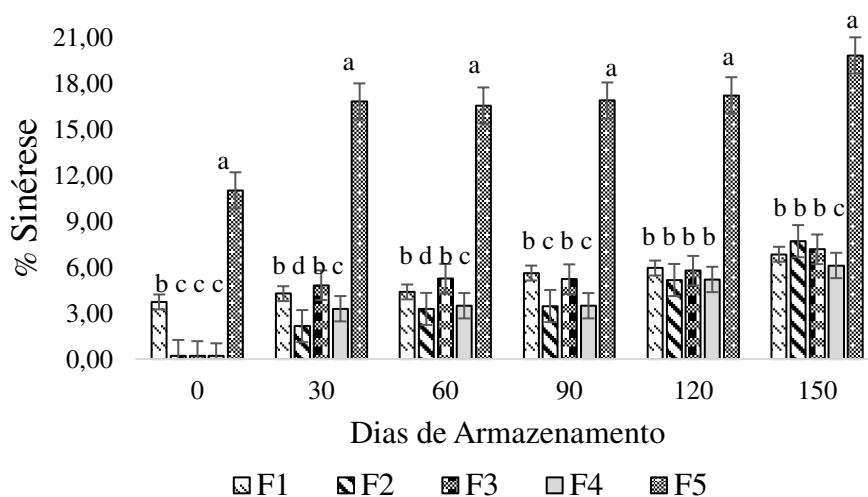
Os valores de sinérese observados para as formulações F1 e F2 apresentaram-se estatisticamente distintos ($p \leq 0,01$) aos 0, 120 e 150 dias de armazenamento. No entanto, ao término do armazenamento, não apresentaram diferença estatística significativa, indicando uma maior resistência ao aparecimento da sinérese no catchup a partir do uso de 1% de amido de pitomba. notou-se ainda que após o surgimento do fenômeno, as concentrações de amido de pitomba utilizadas não influenciaram na estabilidade do molho.

As formulações com adição do amido de milho comercial (F3 e F4), não apresentaram sinérese imediata ao processamento, no entanto a partir dos 30 dias apresentaram crescimento progressivo da sinérese assim como observado para as formulações com amido de pitomba. Os valores de sinérese observados para as formulações F3 e F4 foram estatisticamente iguais ($p \leq 0,01$) em todos os tempos de armazenamento não havendo diferença significativa na sinérese de catchup adicionados de 0,5 e 1% de amido de milho.

Constatou-se que os valores da sinérese dos catchup adicionados de amido de pitomba e do amido de milho comercial (F1, F2, F3 e F4) não apresentaram diferença estatística

significativa aos 180 dias de armazenamento, indicando uma adequação satisfatória do amido de pitomba como estabilizante no catchup. Lindeboom et al. (2004) afirmam que amidos com maior proporção de amilopectina em comparação a amilose, tendem a apresentar menor propensão a retrogradação diminuindo o fenômeno de sinérese, uma vez que as moléculas de amilose tendem a formar estruturas helicoidais, formando géis após a gelatinização do grânulo, decorrente principalmente da reassociação das macromoléculas de amido sendo mais rapidamente formado com moléculas de amilose. Já a reassociação das moléculas de amilopectina, devido a sua estrutura ramificada é menor e mais lenta devido à dificuldade que possuem em se rearranjarem.

O comportamento da sinérese dos catchup armazenados sob a temperatura de 25 °C é apresentado na Figura 4.9. Nessa condição de armazenamento as formulações foram analisadas até os 150 dias, após esse período ocorreu o aparecimento de bolores, encerrando-se o armazenamento na condição de 25 °C.



*Colunas identificadas com letras idênticas no mesmo tempo de armazenamento, não diferem-se estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) $n = 3$.

Figura 4.9: Evolução da sinérese dos catchup armazenados durante 150 dias à 25 °C. F1= 0,5% de amido de pitomba; F2 = 1% de amido de pitomba; F3 = 0,5% de amido de milho comercial; F4 = 1% de amido de milho comercial; F5 = controle.

A evolução da sinérese dos catchups também foi influenciada pelo tempo de armazenamento sob a temperatura de 25 °C. A formulação sem adição de amido obteve os maiores percentuais de sinérese atingindo aos 150 dias de armazenamento um valor de 19,80%, o qual mostra-se superior ao observado para a mesma amostra armazenada no mesmo período

sob temperatura de 7 °C. Amaya-Llano et al. (2008) relatam que as causas mais importantes no aparecimento da sinérese incluem o baixo teor de sólidos e temperaturas inadequadas de armazenamento.

A adição de amido as formulações de catchup (F1, F2, F3 e F4) diminuiu a porcentagem de sinérese sendo verificado também um retardo no aparecimento do fenômeno pela adição de 1% de amido de pitomba e 0,5 e 1% de amido de milho. Após 30 dias de armazenamento observa-se que as formulações adicionadas de 0,5% de amidos de pitomba e de milho respectivamente (F1 e F3) mostram proximidade nos valores de sinérese, apresentando semelhança estatística ($p \leq 0,01$) até 150 dias de armazenamento sob temperatura de 25 °C.

Pela adição de 1% de amido de pitomba e milho às formulações F2 e F4 respectivamente, foram observados valores de sinérese estatisticamente semelhantes ($p \leq 0,01$) aos 0, 90 e 120 dias. Já aos 30 e 60 dias de armazenamento a formulação contendo 1% de amido de pitomba (F2) apresentou menores valores de sinérese quando comparado a formulação com a mesma proporção de amido de milho (F4), no entanto ao término do armazenamento o catchup com 1% de amido de milho foi o que apresentou o menor percentual de sinérese sob temperatura de 25 °C. A desaceleração observada na separação de água com o aumento da concentração de amido (espessante) pode ser explicada pela alta capacidade do amido para absorver água durante o processo de gelatinização, bem como tendência geral para um aumento na viscosidade aparente.

Comparando os percentuais de sinérese das formulações para as temperaturas de 25 e 7 °C (Figura 4.8), percebeu-se maiores valores de sinérese do catchup sob maiores temperaturas o que pode estar associado a facilidade de reassociação das cadeias de amilose e amilopectina sob temperatura ambiente. Comportamento semelhante ao encontrado para o catchup foi relatado por Arocas et al. (2009) ao estudarem a sinérese de molho branco adicionado de amido de milho, apresentando maiores percentuais de liberação de água sob temperatura de 20 °C.

4.10.2 Viscosidade aparente

O comportamento da viscosidade aparente dos catchups armazenados durante 180 dias sob temperatura de 7 °C está apresentado na Figura 4.10. Observou-se que em todas as formulações e tempos de armazenamento, a viscosidade aparente das amostras decresce com o aumento da taxa de deformação, pois quando submetidos a uma tensão de cisalhamento os catchups tendem a apresentarem deformação da sua estrutura, o que caracteriza o comportamento pseudoplásticos das amostras.

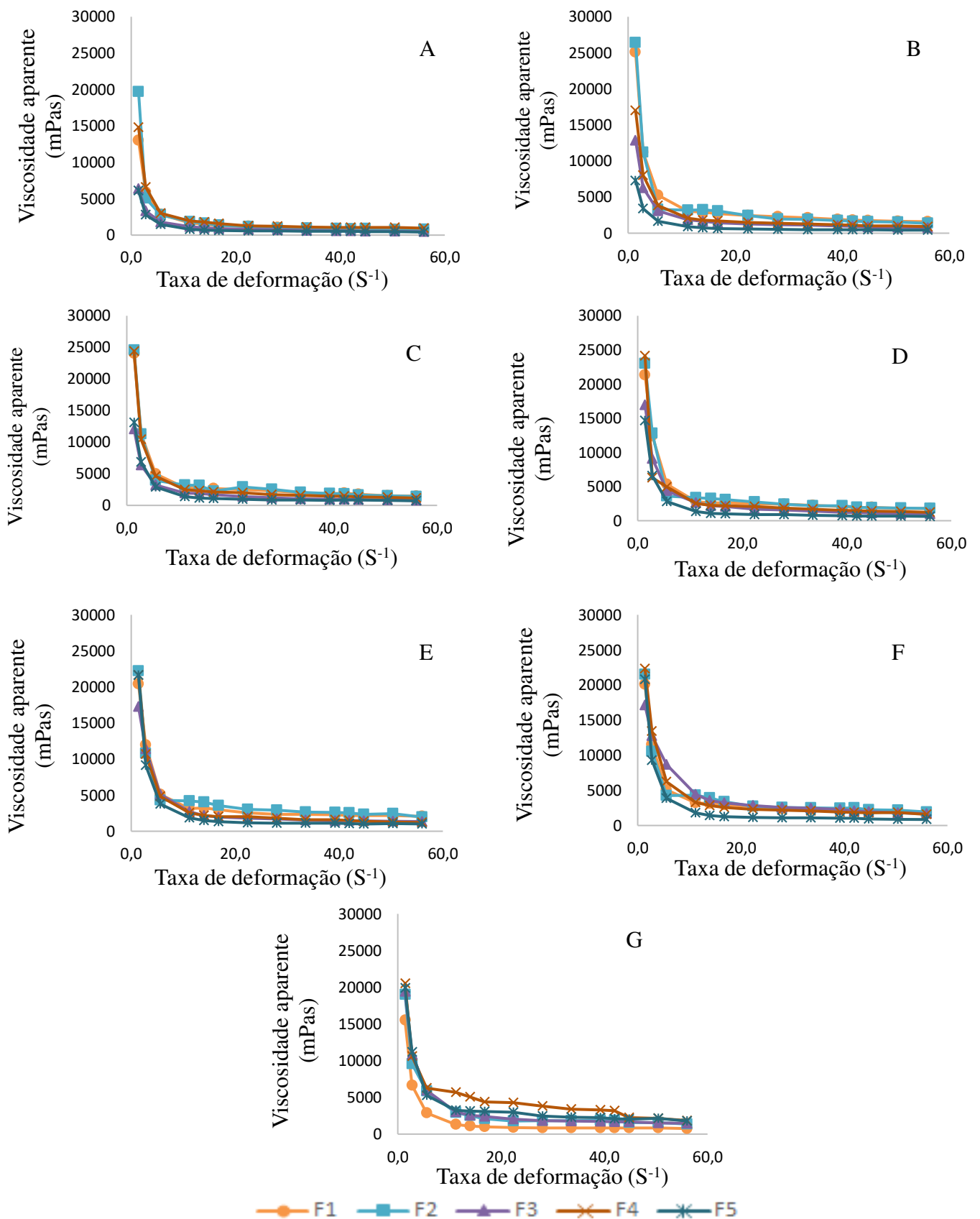


Figura 4.10: Comportamento da viscosidade aparente dos catchup armazenados aos 0 (A), 30 (B), 60 (C), 90 (D), 120 (E), 150 (F) e 180 (G) dias à 7 °C. F1 = 0,5% de amido de pitomba; F2 = 1% de amido de pitomba; F3 = 0,5% de amido de milho comercial; F4 = 1% de amido de milho comercial; F5 = controle.

Segundo Mandala et al. (2004) o comportamento pseudoplásticos de soluções contendo amido, dá-se especialmente quando os grânulos estão significativamente inchados o que leva a deformação quando submetidos a força de cisalhamento. Comparando os valores de viscosidade aparente inicial das formulações de catchup entre os tempos de 0 e 30 dias (Figura 4.10 A e B), notou-se uma elevação após o armazenamento sob a temperatura de 7 °C, relacionando a formação de uma estrutura mais rígida estabelecida pelo processo de retrogradação dos molhos; além do que, a temperatura de refrigeração possui a capacidade de aumentar a firmeza de pastas e molhos.

O aumento da viscosidade nos tempos iniciais do armazenamento de molhos, também foi observado por Sikora et al. (2007) ao estudarem as propriedades reológicas e sensoriais de molhos de sobremesa espessados por combinações de amido e goma xantana, relatando que o armazenamento de molhos pode resultar em uma lenta organização mútua dos ingredientes que influenciam a estrutura do alimento, provocando alterações em sua viscosidade.

Após 30 dias, todas as formulações de catchups apresentaram decréscimo da viscosidade inicial. A adição de amido influenciou o aumento da viscosidade, observando-se alteração a partir da adição de 0,5% de amidos de pitomba e milho. Diantom et al. (2017) também perceberam aumento da viscosidade aparente de molho de tomate pela adição de 0,5% de goma de alfarroba, proteína de batata, proteína de soja e fibra de batata os quais conferiram uma maior resistência de fluxo ao molho.

O aumento na concentração de amido das formulações resultou em elevação da viscosidade aparente das amostras (Tabela 4.16), apesar de não ser observado diferença estatística significativa entre a viscosidade inicial das formulações F2 e F4, adicionadas de 1% de amidos de pitomba e milho respectivamente, para os tempos de 60 e 120 dias de armazenamento.

Tabela 4.16: Viscosidade aparente (mPas) inicial dos catchups armazenados a 7 °C.

Dias de armazenamento	Formulações de catchup				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	13000 ^c	19700 ^a	6350 ^d	14800 ^b	6100 ^d
30	25066 ^b	26400 ^a	12866 ^d	17000 ^c	7300 ^e
60	24000 ^a	24600 ^a	12050 ^c	24400 ^a	13100 ^b
90	21333 ^c	23000 ^b	16950 ^d	24150 ^a	14650 ^e
120	20400 ^b	22220 ^a	17250 ^c	21650 ^a	22100 ^a
150	20100 ^d	21500 ^b	17150 ^e	22350 ^a	20800 ^c
180	15500 ^c	20000 ^a	19400 ^b	20537 ^a	19900 ^{ab}

Médias seguidas pela mesma letra, entre linhas, não diferem-se estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) $n = 3$.

As maiores viscosidades do catchup adicionado de amido de pitomba e armazenado sob 7 °C, pode estar associada a composição desse amido que possui elevado conteúdo de amilopectina (Tabela 4.6), apresentando a capacidade de formar géis mais rígidos devido a presença de um grande número de cadeias ramificadas que fornecem maior resistência.

Apesar dos catchups adicionados de amido de pitomba terem apresentado os maiores valores de viscosidade aparente, viu-se-se nas curvas de viscosidade em função da taxa de deformação (Figura 4.10), que os catchups adicionados de amido de pitomba armazenados sob 7 °C, apresentaram menor resistência à força cisalhamento quando comparadas as amostras adicionadas de amido de milho, visto que atingiram menores valores de viscosidade aparente com o aumento da velocidade de rotação.

O comportamento da viscosidade aparente dos catchups armazenados a 25 °C durante 150 dias é apresentado na Figura 4.11. Nessa condição de armazenamento os mesmos apresentaram comportamento pseudoplástico com diminuição da viscosidade aparente em função do aumento da tensão de cisalhamento. A diminuição da viscosidade ocorre pela orientação progressiva em direção ao fluxo, ocasionando a quebra das moléculas de hidrogênio formadas a partir da organização da estrutura do molho (KIM e YOU, 2009).

Foram observados aumento da viscosidade aparente inicial de todas as formulações de catchup após decorridos 30 dias de armazenamento, no entanto sob a temperatura de 25 °C os catchups apresentaram menor elevação da viscosidade aparente em todas as formulações, quando comparados a temperatura de 7 °C, demonstrando menor influência dessa temperatura sob a formação de estruturas rígida de pastas e molhos. Segundo Constenla et al. (1989) a diminuição da viscosidade com o aumento da temperatura pode ser atribuída ao aumento da distância das moléculas de amido como resultado da expansão térmica.

Após os 30 dias de armazenamento, foram verificados decréscimo dos valores de viscosidade aparente inicial de todas as amostras, onde é perceptível (Figura 4.11) a menor viscosidade aparente para a formulação do catchup sem adição de amido (F5) em todos os tempos de armazenamento. As formulações adicionadas de 0,5 e 1% de amidos de pitomba e milho mostraram-se como os maiores valores de viscosidade aparente inicial para todos os tempos de armazenamento, com valores de viscosidade aparente final semelhantes para todos os tratamentos ao término da tensão de cisalhamento aplicada.

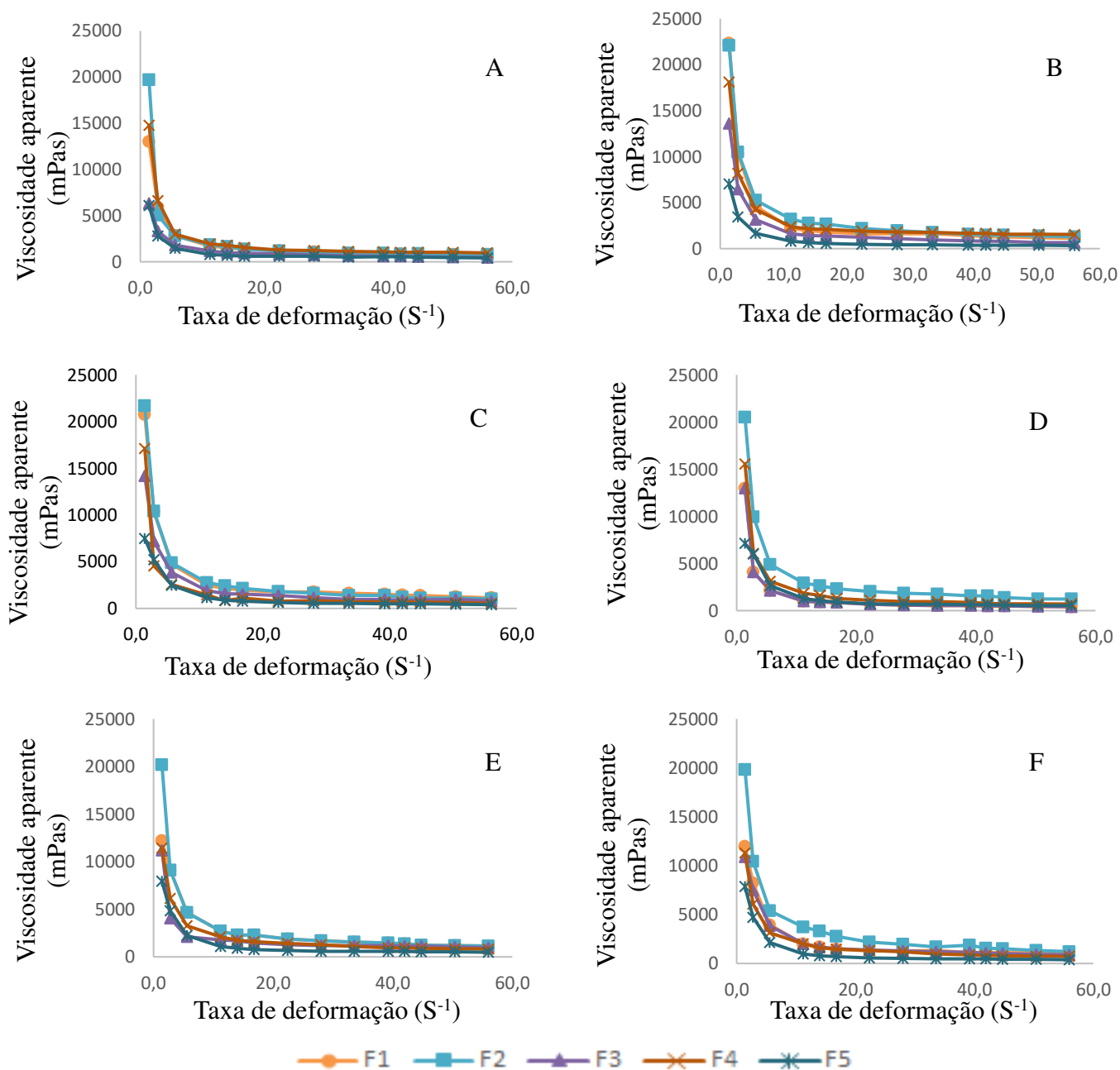


Figura 4.11: Comportamento da viscosidade aparente dos catchup armazenados aos 0 (A), 30 (B), 60 (C), 90 (D), 120 (E) e 150 (F) dias à 25 °C. F1 = 0,5% de amido de pitomba; F2 = 1% de amido de pitomba; F3 = 0,5% de amido de milho comercial; F4 = 1% de amido de milho comercial; F5 = controle.

Os valores iniciais de viscosidade aparente das formulações de catchup armazenados durante 150 dias sob 25 °C estão apresentados na Tabela 4.17. Verificou-se que o catchup adicionado de 1% de amido de pitomba apresentou a maior viscosidade aparente inicial para todos os tempos de armazenamento não diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) da viscosidade aparente inicial observada aos 30 dias para o catchup adicionado de 0,5% de amido de pitomba.

Tabela 4.17: Viscosidade aparente (mPas) inicial dos catchups armazenados a 25 °C.

Dias de armazenamento	Formulações de catchup				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	13000 ^c	19700 ^a	6350 ^d	14800 ^b	6100 ^d
30	22350 ^a	22100 ^a	13600 ^c	18100 ^b	7050 ^d
60	20766 ^b	21700 ^a	11420 ^d	17133 ^c	7500 ^e
90	13000 ^c	20500 ^a	13000 ^c	15562 ^b	7122 ^d
120	12200 ^b	20200 ^a	11200 ^c	11400 ^c	7950 ^d
150	11950 ^b	19837 ^a	10900 ^c	11300 ^c	7850 ^d

Médias seguidas pela mesma letra, entre linhas, não diferem-se estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) $n=3$.

As formulações adicionadas de 0,5 e 1% de amido de milho tiveram os valores iniciais de viscosidade aparente menor que os observados para as formulações adicionadas das mesmas proporções de amido de pitomba, mantendo o mesmo comportamento quando armazenado sob 7 °C. Comparando os resultados da viscosidade aparente das formulações de catchup armazenados sob as temperaturas de 25 e 7 °C, notou-se que o armazenamento sob temperatura ambiente favoreceu a diminuição da viscosidade aparente de todas as formulações, no entanto, quando adicionadas de amidos de pitomba e milho a diminuição da viscosidade foi acentuada com o aumento da temperatura de armazenamento, podendo afirmar que a viscosidade aparente dos amidos de pitomba e milho comercial, são influenciadas pelo aumento da temperatura.

4.11 Análises microbiológicas

O resultado das avaliações microbiológicas do amido de pitomba e das amostras catchup com adição de amido, estão apresentados na Tabela 4.18.

Tabela 4.18: Valores médios dos parâmetros microbiológicos do amido de pitomba e amostras de catchups.

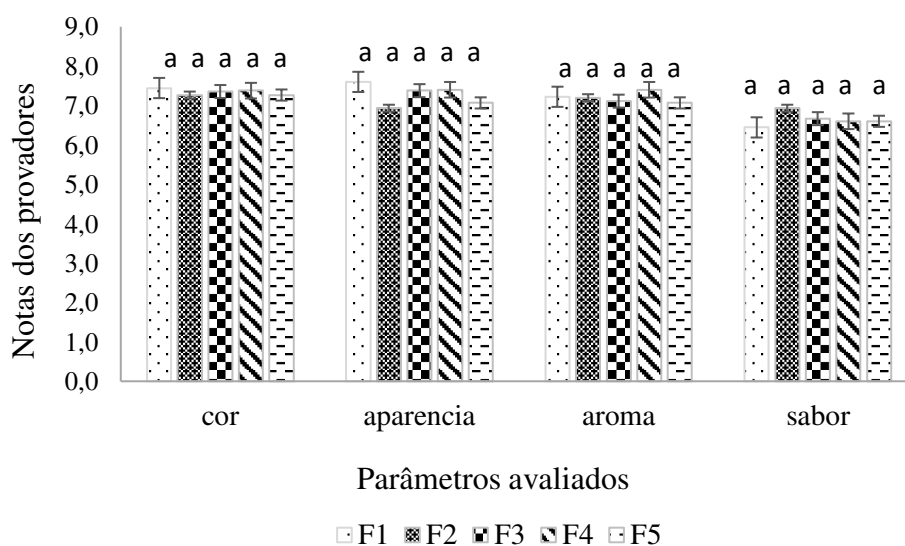
Amostra	Análises	
	Coliformes termotolerantes (*NMP.g ⁻¹)	<i>Salmonella</i> (**UFC.g ⁻¹)
Amido de pitomba	< 3	Ausente
Catchup (F1)	< 3	Ausente
Catchup (F2)	< 3	Ausente
Catchup (F3)	< 3	Ausente
Catchup (F4)	< 3	Ausente
Catchup (F5)	< 3	Ausente

* NMP.g⁻¹ = Número mais provável por grama. **UFC.g⁻¹ = Unidades Formadoras de Colônia por grama.

Com base nos resultados obtidos, tanto o amido quanto as formulações de catchup, encontram-se dentro dos padrões exigidos pela legislação vigente (RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001) que aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, e preconiza valores máximos de coliformes termotolerantes de 10 NMP.g^{-1} e $5 \times 10 \text{ NMP.g}^{-1}$ para amostras de catchup e amido respectivamente, sugerindo a ocorrência de bons procedimentos de higiene durante as etapas de processamento e armazenamento das amostras. Todas as amostras analisadas apresentaram ausência de *Salmonella* sendo assim, microbiologicamente seguras e próprias para o consumo humano.

4.12 Análise sensorial dos catchups

Os resultados da avaliação sensorial dos catchups quanto aos parâmetros de cor, aparência, aroma e sabor estão apresentados na Figura 4.12.



*Colunas identificadas com letras idênticas no mesmo atributo sensorial, não diferem-se estatisticamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) $n = 3$

Figura 4.12: Notas médias dos atributos sensoriais dos catchups atribuídas pelos provadores. F1 = 0,5% de amido de pitomba; F2 = 1% de amido de pitomba; F3 = 0,5% de amido de milho comercial; F4 = 1% de amido de milho comercial; F5 = controle .

Para todos os parâmetros sensoriais avaliados, as formulações de catchup não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as notas atribuídas pelos provadores, os quais receberam notas médias variando entre 7 e 8 correspondendo à gostei moderadamente e gostei muito na escala hedônica de 9 pontos.

A avaliação sensorial dos catchup revelou boa aceitação, indicando que o tipo e a proporção de amido utilizado não influenciaram na aceitação dos catchups quanto aos parâmetros de cor, aparência, aroma e sabor. Bortnowska et al. (2016) ao analisarem a aceitação sensorial de molho branco adicionado de amidos de arroz, tapioca e milho com alto teor de amilose relatam que a proporção dos amidos utilizados influenciou a aparência, enquanto o sabor foi afetado pelo tipo de amido adicionado ao molho.

A semelhança entre os atributos sensoriais das formulações de catchups sem amido, com amido de pitomba e amido de milho comercial, revelam que a consistência do molho pode ser melhorada a partir do uso desses amidos sem interferência nas características sensoriais de cor, sabor, aroma e aparência, podendo afirmar que o amido de milho comercial pode ser substituído pelo amido nativo de pitomba como espessante estabilizante em catchup.

Rengsutthi e Charoenrei (2011) também não encontraram diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os atributos sensoriais de molhos de pimenta adicionados de amido de semente de jaca e amido de milho.

A intenção de compra atribuída pelos provadores para as amostras de catchup está representada graficamente na Figura 4.13, utilizando a escala de 1 – certamente compraria a 5 – nunca compraria.

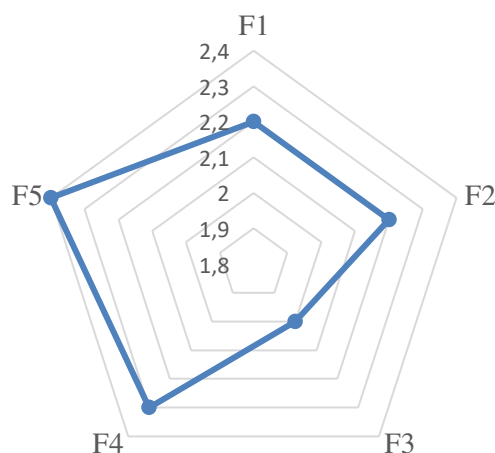


Figura 4.13: Intenção de compra dos catchups atribuídas pelos provadores. F1 = 0,5% de amido de pitomba; F2 = 1% de amido de pitomba; F3 = 0,5% de amido de milho comercial; F4 = 1% de amido de milho comercial; F5 = controle.

As médias com maior proximidade do centro no gráfico de teia indicam as amostras de maior preferência entre os provadores. Apesar da semelhança entre as notas de intenção de

compra classificando-se na escala estruturada de 5 pontos como provavelmente compraria, observou-se que a formulação F5 a qual não recebeu adição de amido, teve sua intenção de compra com maior distanciamento do centro da rede, enquanto as formulações adicionadas de amido de pitomba e milho (F1 F2 F3 e F4) mostraram-se mais próximas do centro indicativo para certamente compraria, sugerindo uma tendência de preferência por catchups com adição de amido.

Krystyan et al. (2012) ao estudarem a avaliação sensorial de molho de caramelo espessados com amido de batata e goma xantana relatam que todos os molhos produzidos no laboratório adicionados das diferentes combinações dos espessantes receberam do painel sensorial as maiores pontuações em comparação com o molho de caramelo padrão.

4.13 Armazenamento da manga ‘Tommy Atkins’ com revestimento

Os tratamentos utilizados nesse estudo exerceram influência significativa ($p < 0,01$) sobre a perda de massa das mangas ‘Tommy Atkins’. O comportamento dos tratamentos durante o armazenamento está apresentado na Figura 4.14. A perda de massa é um aspecto importante no armazenamento de frutos, causado por uma diferença na pressão do vapor de água entre a superfície da fruta e o meio ambiente (BRASIL e SIDDIQUI, 2018). Houve um aumento da perda de massa durante o armazenamento tanto para o fruto controle quanto para os revestidos, sendo observado maior perda de massa para o tratamento controle mantido sob temperatura de 25 °C que atingiu ao fim do armazenamento com uma perda de massa de 32,12%, enquanto as mangas revestidas com 3% de amido de pitomba mantidas à 5 °C apresentaram 5,57% de perda de massa fresca ao final dos 20 dias de armazenamento.

O efeito benéfico do revestimento a base de amido na prevenção da perda de massa também é relatado para frutos de ameixa e abacaxi (THAKUR et al., 2018; BIERHALS et al., 2011). Nawab et al. (2017) utilizaram o amido de semente de manga como base para o revestimento comestível de tomate e verificaram que independente do tratamento adotado, houve redução na perda de peso dos frutos revestidos associando esse fato a formação de uma barreira semipermeável contra a troca de gases, diminuindo a respiração, taxas de reação de oxidação e transmissão de umidade.

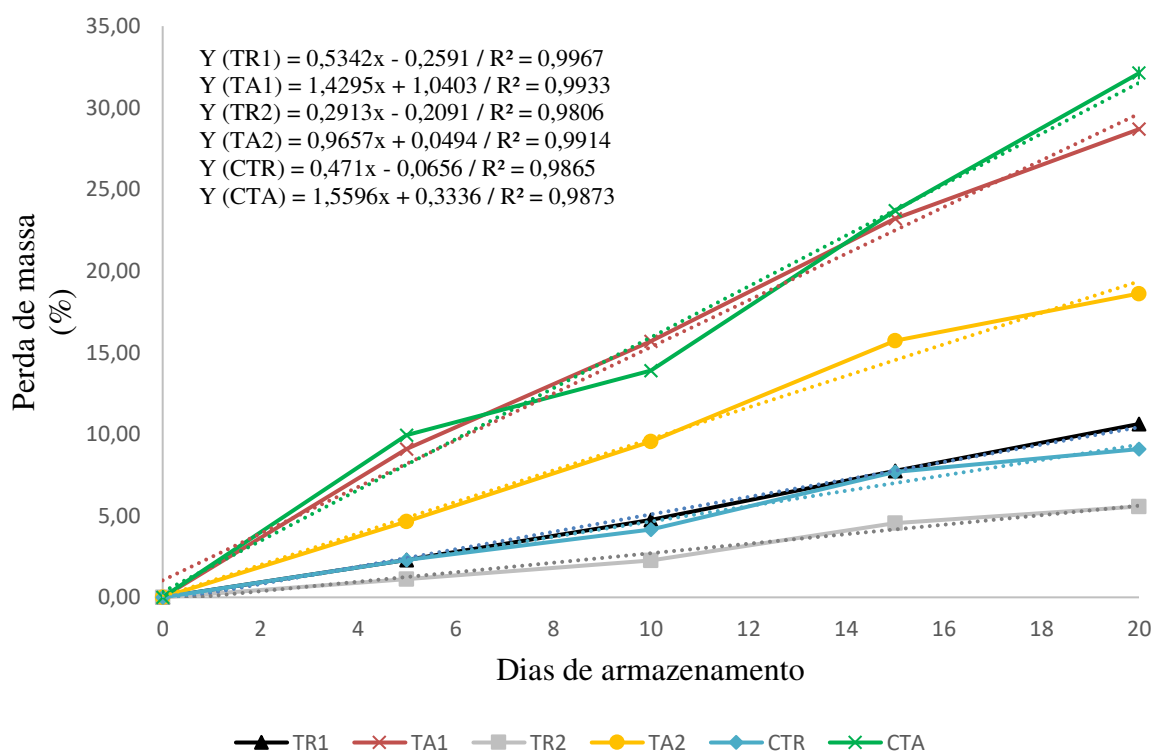


Figura 4.14: Perda de massa das mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba a 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba a 25 °C; TR2 = 3% de amido de pitomba a 5 °C; TA2 = 3% de amido de pitomba a 25 °C; CTR = controle a 5 °C; CTA = controle a 25 °C.

Analisando a influência da temperatura, notou-se que a perda de massa das mangas foi acelerada quando estas foram mantidas sob a temperatura de 25 °C (TA1, TA2, CTA) quando comparada as mangas submetidas aos tratamentos a 5 °C (TR1, TR2, CTR). Cordeiro et al. (2014) relatam em seu estudo que o amadurecimento de mangas em temperatura ambiente ocorre rapidamente, mantendo sua qualidade por oito dias, devido à sua alta perecibilidade. As mangas mantidas a 25 °C com revestimento de 1% de amido de pitomba (TA1) apresentaram perda de massa similar ao tratamento controle mantido sob a mesma temperatura (CTA); no entanto viu-se que a utilização do revestimento de 3% de amido de pitomba (TA2) diminuiu significativamente a perda de massa do fruto armazenado a temperatura ambiente em cerca de 53% quando comparado ao tratamento controle.

Os frutos do grupo controle e os submetidos a revestimento com 1% de amido de pitomba mantidos a 25 °C (CTA e TA1) apresentaram perda de massa superior a 5% nos primeiros cinco dias de armazenamento, o que segundo Correia (2005) representa o valor máximo de perda de massa aceitável pelo consumidor, podendo comprometer a consistência,

promover o enrugamento, murchamento e reduzir a vida útil dos mesmos. A partir do uso do revestimento com 3% de amido de pitomba, as mangas ‘Tommy Atkins’ atingiram perda de massa superior a 5% aos 15 dias de armazenamento mostrando-se como o melhor tratamento entre os estudados na preservação da perda de massa.

As mangas mantidas sob temperatura de refrigeração (5 °C) apresentaram menor percentual de perda de massa, entretanto as mangas submetidas aos tratamentos controle, e 1% de amido de pitomba (TR1 e CTR) mostraram comportamento similar ao decorrer do armazenamento com o tratamento a 1% de amido atingindo perda de massa superior ao tratamento controle após 20 dias de armazenamento. O tratamento a 5 °C com 3% de amido de pitomba (TR2) foi o mais eficiente para prevenção da perda de massa das mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas durante 20 dias. A maior concentração do amido permite uma barreira mais firme no impedimento das trocas gasosas com o ambiente.

Segundo Saberi et al. (2018) a influência de revestimentos à base de polissacarídeos na redução da perda de massa está provavelmente associada à existência de grupos hidroxila criando ligações de hidrogênio tanto dentro da matriz de revestimento como com a casca do fruto. Alikhani (2014) defende que, apesar do caráter hidrofílico dos recobrimentos à base de polissacarídeos, estes podem atuar como uma barreira e transferência de água, retardando a desidratação, que conseqüentemente diminui a perda de massa.

A variação do diâmetro longitudinal das mangas “Tommy Atkins” (Figura 4.15) foi influenciada significativamente ($p < 0,01$) pelos tratamentos utilizados. Sob uma temperatura constante de 25 °C o tratamento a 3% de amido de pitomba (TA2) exerceu maior influência na prevenção de ΔDL enquanto o revestimento com 1% de amido foi menos eficiente na diminuição desta variação quando comparado ao tratamento controle que sofreu maior ΔDL , evidenciando a manutenção das características de conservação da manga ‘Tommy Atkins’ a partir do uso do amido de pitomba como revestimento comestível. A mesma tendência de comportamento foi observada para as mangas armazenadas sob temperatura de 5 °C, o revestimento com 3% de amido (TR2) foi mais eficiente no controle ΔDL do que as frutas revestidas com 1% de amido e o tratamento controle (TR1 e CTR), conferindo após 20 dias de armazenamento melhor aspecto com aparência menos enrugada.

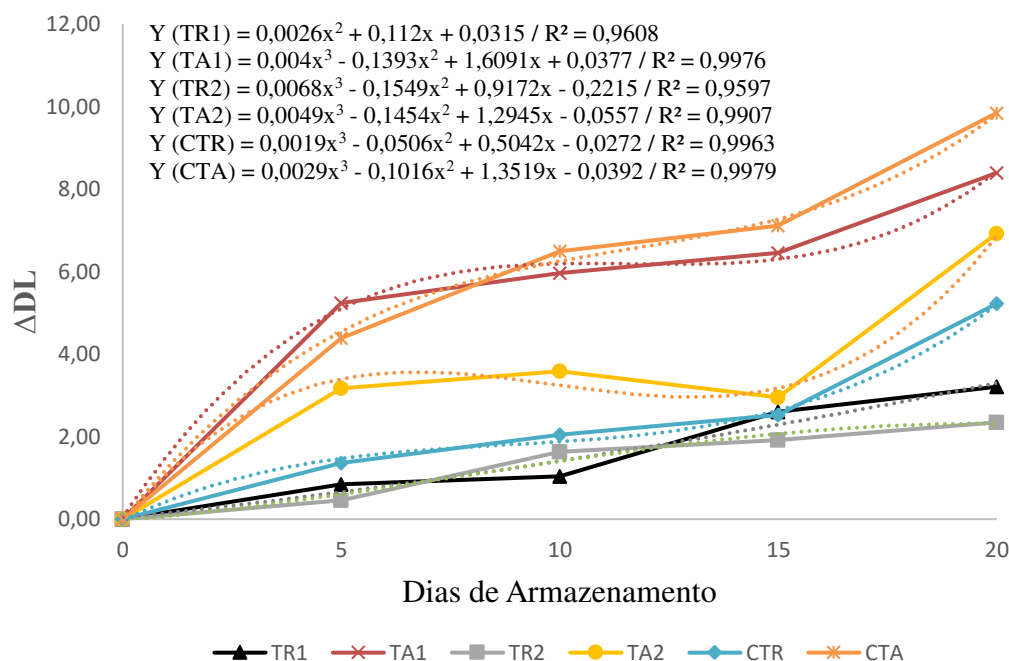


Figura 4.15: Variação do diâmetro longitudinal de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba a 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba a 25 °C; TR2 = 3% de amido de pitomba a 5 °C; TA2 = 3% de amido de pitomba a 25 °C; CTR = controle a 5 °C; CTA = controle a 25 °C.

A diminuição do ΔDL e ΔDT dos frutos faz relação ao processo natural de murcimento provocado pela transpiração, o que torna os frutos mais susceptíveis a deteriorações, bem como alterações no sabor e aparência. A Figura 4.16 apresenta a ΔDT das mangas ‘Tommy Atkins’ armazenadas com e sem revestimento de amido de pitomba sob diferentes temperaturas, na qual observou-se para as duas temperaturas em estudo que a maior variação foi obtida nos frutos controle que não receberam revestimento (CTA e CTR). Concordando com o comportamento da perda de massa, as mangas que apresentaram a menor variação foram as revestidas com 3% de amido de pitomba, reforçando o bom desempenho desta concentração do amido estudado na diminuição da atividade metabólica durante o armazenamento da manga ‘Tommy Atkins’.

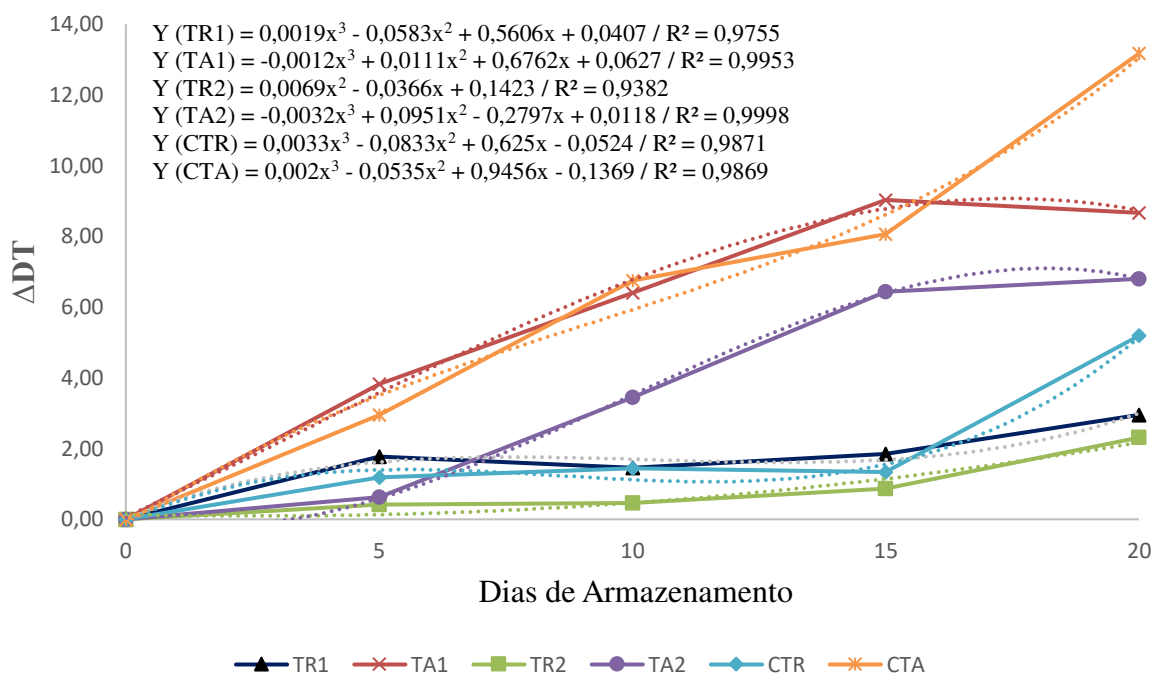


Figura 4.16: Variação do diâmetro transversal de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba a 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba a 25 °C; TR2 = 3% de amido de pitomba a 5 °C; TA2 = 3% de amido de pitomba a 25 °C; CTR = controle a 5 °C; CTA = controle a 25 °C.

Lima et al. (2012) ao estudarem a conservação pós colheita de manga ‘Tommy Atkins’ orgânica sob recobrimentos bio-orgânicos, perceberam que a concentração de 3% de fécula de mandioca associada a extrato de erva doce foi responsável por retardar o amadurecimento dos frutos. Pereira et al. (2006) utilizaram suspensão de fécula de mandioca nas concentrações de 1 e 3% para o revestimento de manga ‘Tommy Atkins’ verificando que as suspensões foram eficientes para retardar o efeito do amadurecimento do fruto, sendo a concentração de 3% a que apresentou o efeito mais acentuado na conservação das mangas.

A Luminosidade da casca das mangas (Figura 4.17) apresentou diferença significativa ($p < 0,01$) entre os tratamentos com tendência de aumento de L^* para ambas as temperaturas de armazenamento. A 5 °C a elevação de L^* foi menos intensa que à 25 °C, com o tratamento TR2 mantendo-se praticamente estável durante os 20 dias de armazenamento, mostrando que a casca se manteve escura e conseqüentemente os frutos mais imaturos, enquanto o TR1 e CTR apresentaram uma maior elevação com valores de L^* muito próximos ao final do período de armazenamento. A mesma tendência de comportamento é observada para os frutos revestidos a 3% (TA2) 1% e controle (TA1 e CTR) submetidos ao armazenamento a 25 °C, em que o

revestimento das mangas com 3% de amido de pitomba mostrou-se eficiente para minimizar os efeitos advindos do amadurecimento da manga ‘Tommy Atkins’.

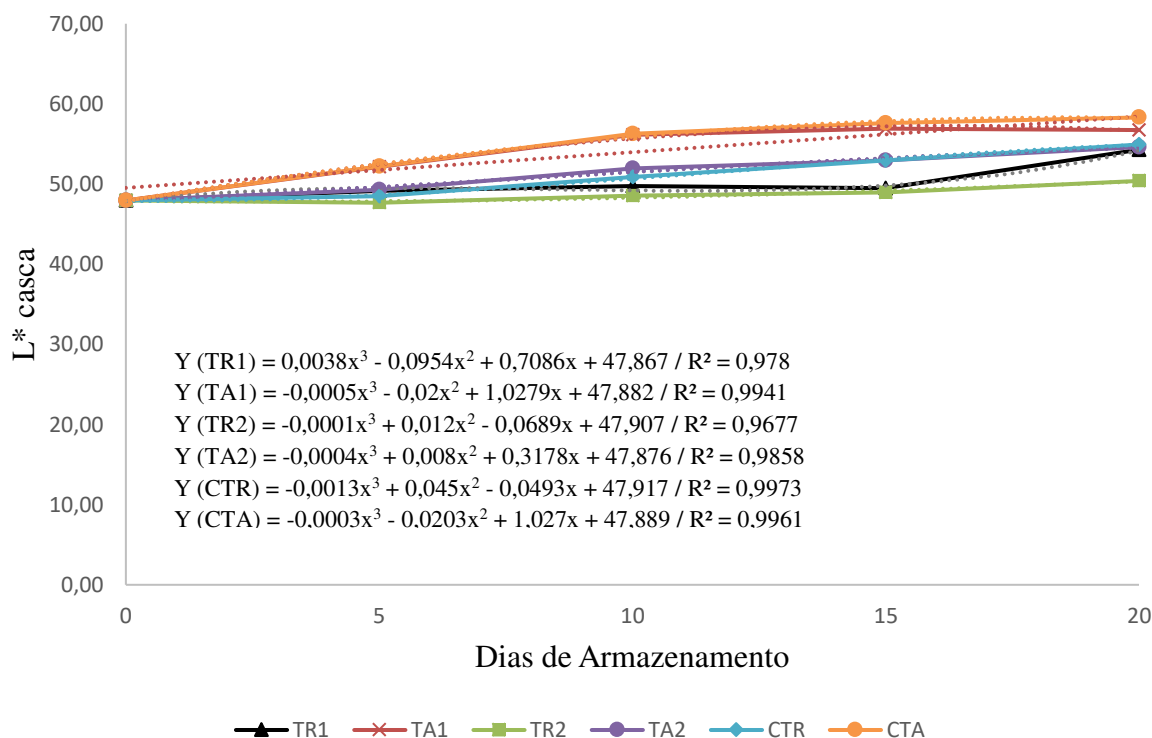


Figura 4.17: Luminosidade da casca de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba a 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba a 25 °C; TR2 = 3% de amido de pitomba a 5 °C; TA2 = 3% de amido de pitomba a 25 °C; CTR = controle a 5 °C; CTA = controle a 25 °C.

Segundo Andrade (2013) o aumento na luminosidade está relacionado ao amadurecimento e, portanto, à degradação da clorofila (perda da cor verde) e ao aparecimento dos carotenoides (cor mais avermelhada), que por apresentar coloração mais intensa, possivelmente, pode estar refletindo no aumento da luminosidade. Azerêdo et al. (2016) ao estudarem a qualidade da manga ‘Tommy Atkins’ recoberta com fécula de mandioca associada a óleos essenciais e quitosana, verificaram aumento de L^* em todos os recobrimentos utilizados, no entanto relatam menor intensidade de aumento quando associado o uso da quitosana a 3% de fécula de mandioca. Amariz et al. (2010) ao utilizarem recobrimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas ‘Tommy Atkins’ armazenada sob refrigeração, também constataram aumento da luminosidade da casca, com maior intensidade nos frutos do grupo controle (sem revestimento) mantidos sob temperatura ambiente.

Os valores observados para o parâmetro a^* da casca foi crescente durante o período de armazenamento para ambas as temperaturas estudadas (Figura 4.18), com maior intensidade de aumento nas mangas armazenadas sob temperatura ambiente. A partir do uso do revestimento com 3% de amido de pitomba (TA2), a elevação de a^* foi retardada enquanto o revestimento com 1% de amido de pitomba (TA1) manteve-se com crescimento desse parâmetro equiparado ao tratamento controle (CTA). sob temperatura constante de 5 °C os tratamentos CTR e TR1 apresentaram as maiores elevações do parâmetro a^* chegando a atingir ao final do armazenamento valores semelhantes ao obtido para as mangas revestidas com 3% de amido de pitomba, armazenadas a 25 °C (TA2), entretanto mangas recobertas com amido de pitomba armazenadas à 5 °C, preservaram a coloração da casca mais próxima à apresentada no início do armazenamento.

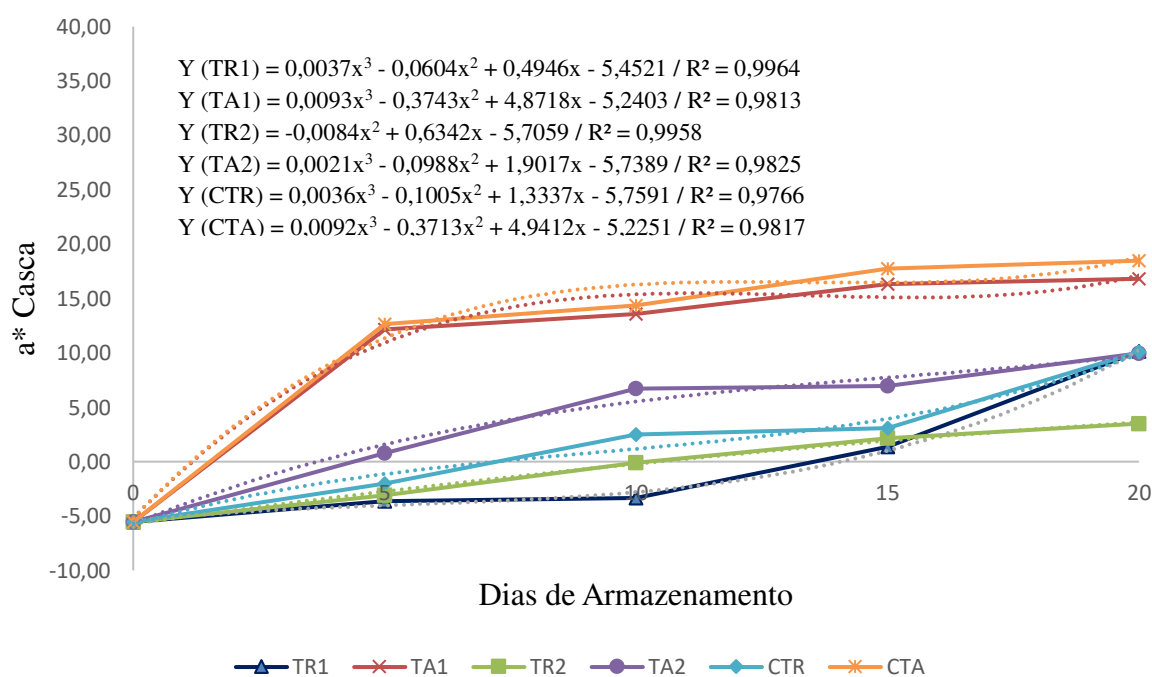


Figura 4.18: Parâmetro a^* da casca de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba a 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba a 25 °C; TR2 = 3% de amido de pitomba a 5 °C; TA2 = 3% de amido de pitomba a 25 °C; CTR = controle a 5 °C; CTA = controle a 25 °C.

O parâmetro a^* é responsável pela cromaticidade, o qual indica uma variação na tonalidade de vermelho ($+a^*$) a verde ($-a^*$). Dessa forma durante o armazenamento da manga

é notório o desenvolvimento de uma coloração avermelhada devido a oxidação dos composto fenólicos associados aos grupos cromóforos (OLIVEIRA, 2015), os quais são acentuados pela elevação da temperatura, no entanto o uso de revestimentos comestíveis com 1 e 3% de amido de pitomba foi capaz de retardar o desenvolvimento da tonalidade avermelhada nas cascas das mangas mantidas sob temperaturas de 5 e 25 °C.

A Figura 4.19 apresenta a evolução do parâmetro b^* durante o armazenamento da manga, na qual todos os tratamentos apresentam uma tendência de aumento caracterizada como a transição da tonalidade azul ($-b^*$) para amarela ($+b^*$).

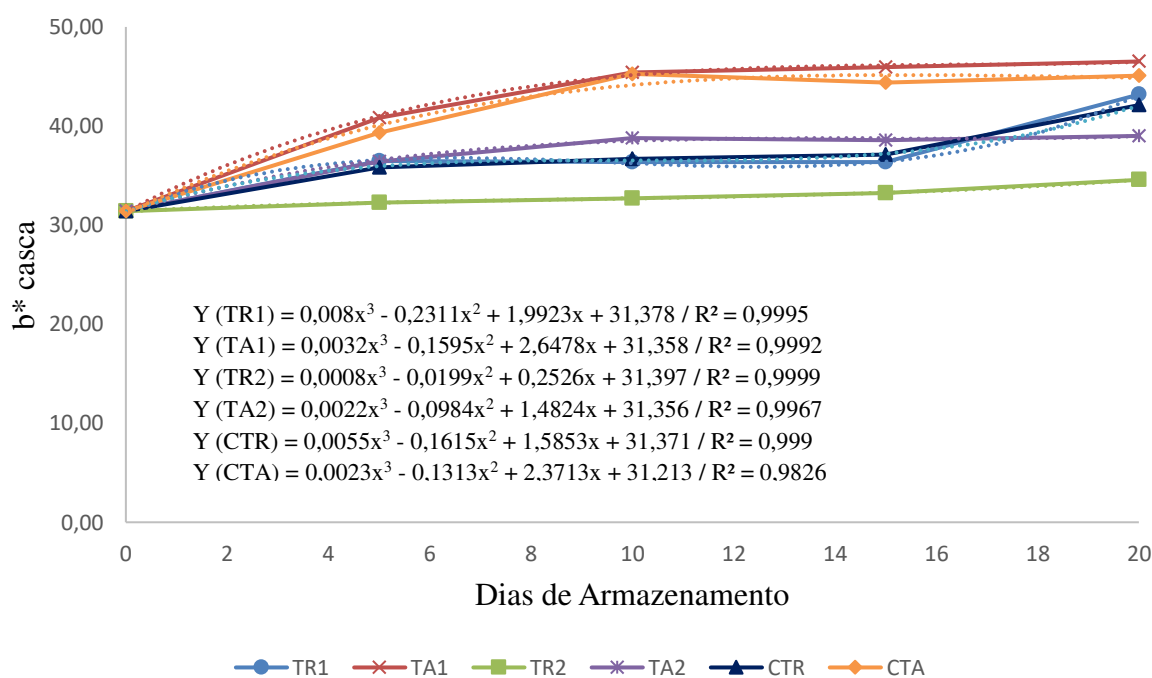


Figura 4.19: Parâmetro b^* da casca de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba a 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba a 25 °C; TR2 = 3% de amido de pitomba a 5 °C; TA2 = 3% de amido de pitomba a 25 °C; CTR = controle a 5 °C; CTA = controle a 25 °C.

Mangas submetidas ao revestimento com 1% de amido de pitomba e sob tratamento controle nas duas temperaturas de armazenamento (5 e 25 °C) tiveram comportamento bastante similar na evolução do aparecimento da coloração amarela, no entanto sob 25 °C esses tratamentos atingiram ao final do armazenamento uma coloração amarela predominante, enquanto os mesmos tratamentos mantidos a 5 °C apresentavam apenas alguns pontos com desenvolvimento da cor. Os revestimentos com 3% de amido de pitomba foram eficientes na

prevenção do aparecimento da tonalidade amarela para as duas temperaturas estudadas, inferindo que a temperatura foi menos influente que o revestimento comestível sob o parâmetro b^* da casca.

Quanto a luminosidade da polpa, a influência significativa ($p < 0,01$) da temperatura e do revestimento estão apresentados na Figura 4.20. Todos os tratamentos apresentaram uma tendência de diminuição de L^* , o que segundo Serpa et al. (2014) indica que a polpa das mangas tornou-se mais escura devido ao aparecimento da tonalidade característica do processo de amadurecimento. As polpas mais escuras ao final do armazenamento foram as mantidas sob 25 °C, entretanto sob essa temperatura constante, o revestimento com 3% de amido de pitomba (TA2) foi capaz de desacelerar os efeitos do amadurecimento.

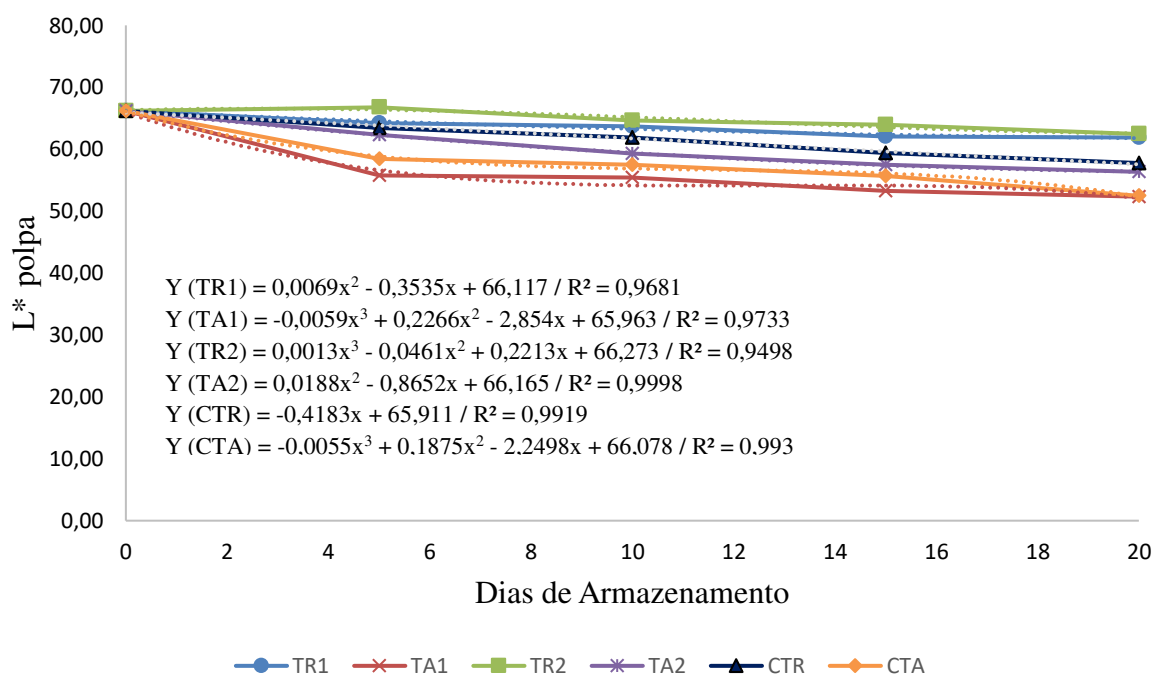


Figura 4.20: Luminosidade das polpas de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba a 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba a 25 °C; TR2 = 3% de amido de pitomba a 5 °C; TA2 = 3% de amido de pitomba a 25 °C; CTR = controle a 5 °C; CTA = controle a 25 °C.

Sob a temperatura de 5 °C, tanto os revestimentos com amido de pitomba a 1% quanto a 3% foram capazes de minimizar a evolução do escurecimento da polpa, atingindo valores de

luminosidade semelhante estatisticamente ao final do armazenamento. Guimarães (2016) verificou acréscimos nos valores de luminosidade de mangas ‘Palmer’ armazenadas sob 12 °C, porém, ao final do 15º dia de armazenamento foram encontrados valores semelhantes para todos tratamentos recobertos com cera e associações de própolis verde.

Os parâmetros de cor a^* e b^* da polpa apresentaram tendência de elevação, os tratamentos observados nas Figuras 4.21 e 4.22. Para o parâmetro a^* as mangas apresentaram uma redução da cor verde durante o armazenamento, no entanto, observou-se que as mangas que receberam revestimento comestível com 1 e 3% de amido de pitomba mantidas sob 5 °C (TR1 e TR2), apresentaram pequenas variações de a^* mantendo-se praticamente estáveis ao final dos 20 dias de armazenamento. Quando revestidas e armazenadas sob 25 °C o tratamento com 1% de amido de pitomba (TA1) teve uma maior variação que o tratamento com 3%, (TA2), entretanto, a temperatura não exerceu influência significativa sobre esse parâmetro durante o armazenamento das mangas ‘Tommy Atkins’.

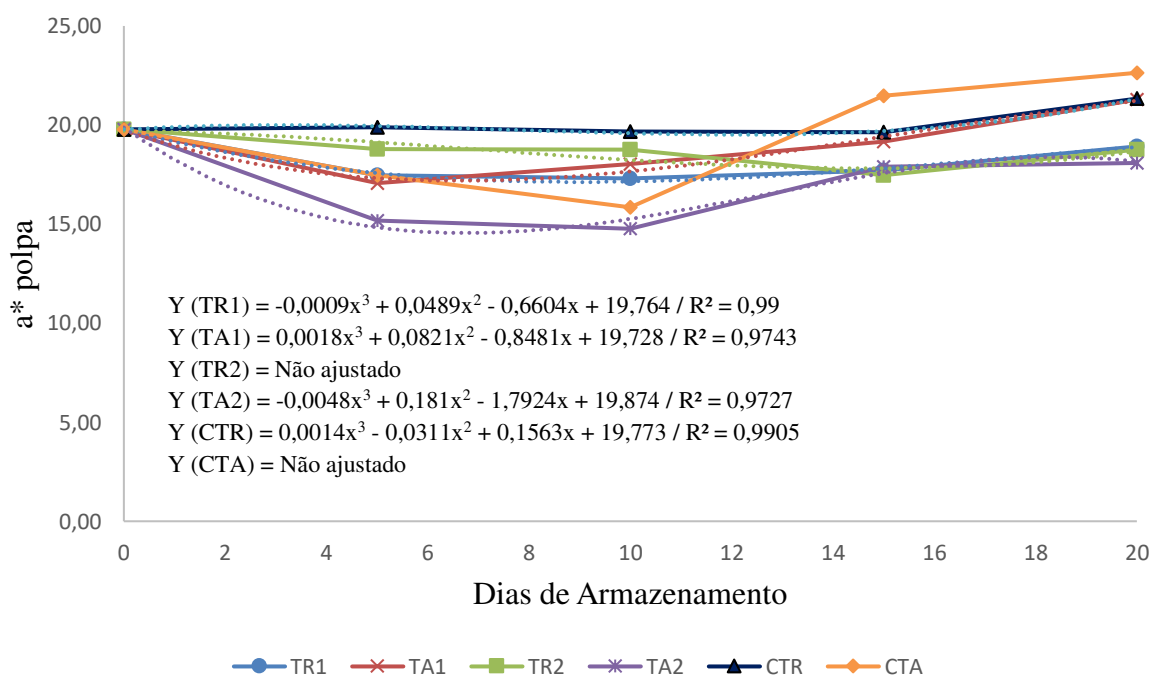


Figura 4.21: Parâmetro a^* das polpas de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba a 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba a 25 °C; TR2 = 3% de amido de pitomba a 5 °C; TA2 = 3% de amido de pitomba a 25 °C; CTR = controle a 5 °C; CTA = controle a 25 °C.

Quanto ao parâmetro b^* todos os tratamentos apresentaram elevação indicando o aparecimento do pigmento vermelho, todavia sob temperatura de 25 °C essa elevação foi acelerada para todas as condições do revestimento comestível. Os tratamentos controle de 5 e 25 °C apresentaram-se ao final dos 20 dias de armazenamento com os maiores valores de b^* , enquanto os tratamentos com 1% e 3% de amido de pitomba mantiveram-se com valores muito próximos, apesar de estatisticamente distintos, ao fim do armazenamento.

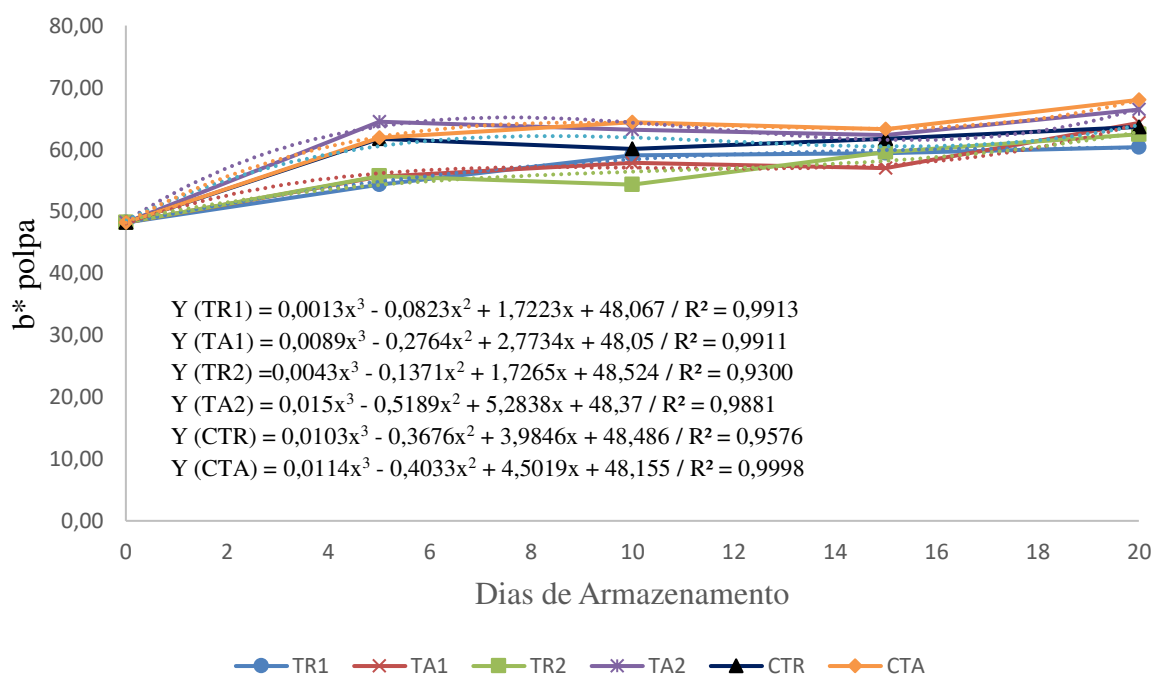


Figura 4.22: Parâmetro b^* das polpas de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1= 1% de amido de pitomba a 5°C; TA1 = 1% de amido de pitomba a 25°C; TR2= 3% de amido de pitomba a 5°C; TA2= 3% de amido de pitomba a 25°C; CTR = controle a 5 °C; CTA= controle a 25 °C.

Segundo Diniz (2013) no processo de amadurecimento da manga, é característico o desenvolvimento de uma coloração da polpa que tende a laranja avermelhado, cuja cor inicial do fruto tende a amarelo esverdeado.

A Figura 4.23 apresenta o comportamento da acidez das mangas revestidas com diferentes concentrações de amido de pitomba (0, 1 e 3%) em função do tempo de armazenamento sob condições controladas de temperatura. Observou-se uma tendência de diminuição da acidez, considerada estatisticamente significativa ($p < 0,01$) para todos os tratamentos em função dos dias de armazenamento, cuja variação foi de 0,46 à 0,37 e 0,46 à

0,08 g.100g⁻¹ para o tratamento CT armazenado sob temperaturas de 5 e 25 °C; 0,46 à 0,41 e 0,46 à 0,10 g.100g⁻¹ para o tratamento R1 armazenado sob temperaturas de 5 e 25 °C; 0,48 à 0,41 e 0,46 à 0,14 g.100g⁻¹ para o tratamento R2 armazenado sob temperaturas de 5 e 25 °C respectivamente. As mangas revestidas com amido de pitomba apresentaram menores variações no conteúdo de acidez durante os dias de armazenamento quando comparadas as mangas que não receberam revestimento.

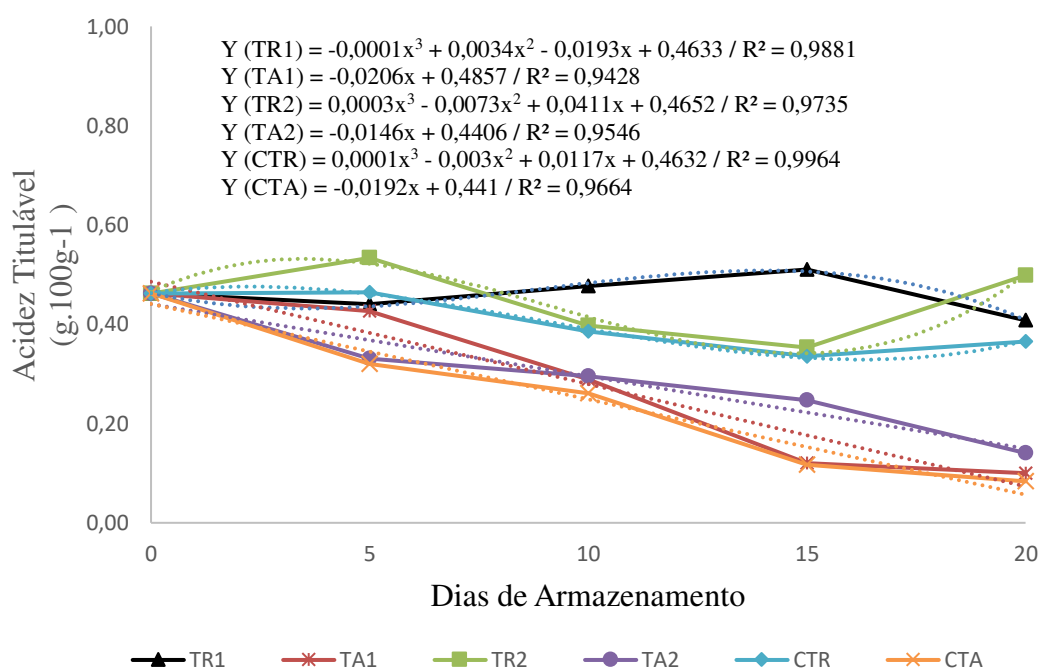


Figura 4.23: Acidez total titulável de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba a 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba a 25 °C; TR2 = 3% de amido de pitomba a 5 °C; TA2 = 3% de amido de pitomba a 25 °C; CTR = controle a 5 °C; CTA = controle a 25 °C.

Os sólidos solúveis totais apresentaram tendência de aumento para todos os tratamentos (Figura 4.24). Uma maior elevação após os 20 dias de armazenamento foi observada para o tratamento controle mantido sob 25 °C (CTA), atingindo valor de 16,67 °Brix, enquanto os revestimentos com 1 e 3% de amido de pitomba apresentaram o mesmo comportamento sobre os SST da manga com valores estatisticamente iguais, assemelhando-se ao valor de 15,23 °Brix obtido para o tratamento controle mantido sobre temperatura de 5 °C, demonstrando boas características do revestimento em retardar o processo de amadurecimento da manga. Sob

temperatura constante de 5 °C os revestimentos com 1 e 3% de amido de pitomba mantiveram comportamento semelhante durante o armazenamento, atingindo valor médio de 13 °Brix ao final dos 20 dias para ambos os tratamentos.

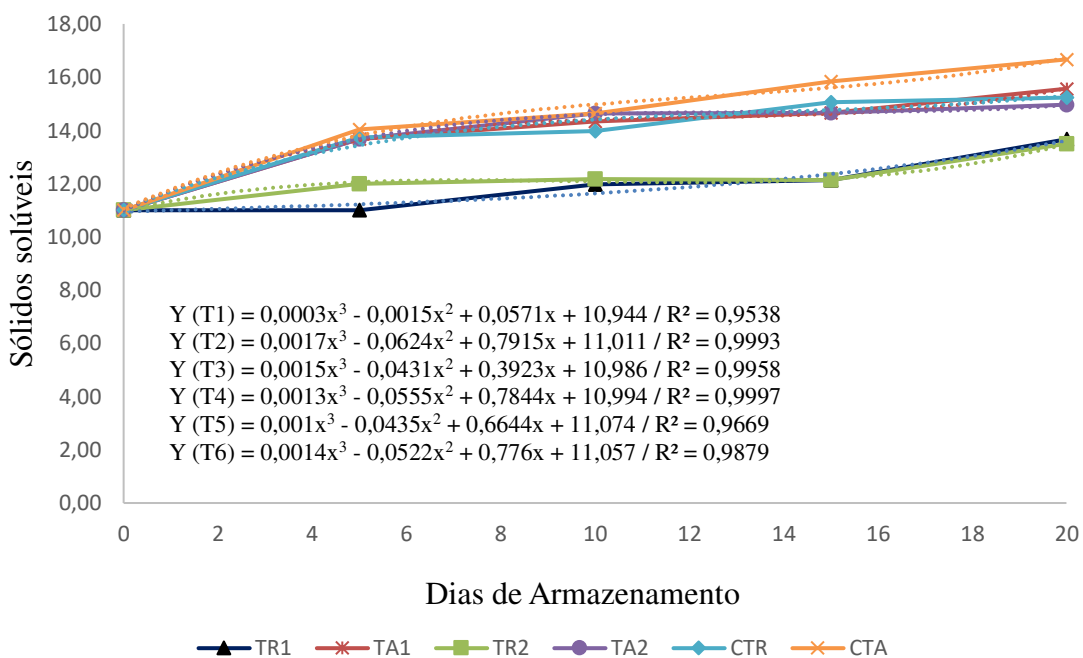


Figura 4.24: Sólidos solúveis totais de mangas ‘Tommy Atkins’ recobertas com amido de pitomba, armazenadas sob temperaturas de 5 e 25 °C. TR1 = 1% de amido de pitomba a 5 °C; TA1 = 1% de amido de pitomba a 25 °C; TR2 = 3% de amido de pitomba a 5 °C; TA2 = 3% de amido de pitomba a 25 °C; CTR = controle a 5 °C; CTA = controle a 25 °C.

O conteúdo de SST aumenta durante o amadurecimento devido à degradação de polissacarídeos presentes na fruta. Há também um aumento de SST quando a perda de água aumenta, levando à concentração de açúcar nos tecidos da fruta. Santos et al. (2011) ao estudarem o efeito da técnica hidrotérmico e diferentes revestimentos na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’, relatam que frutos de manga ‘Tommy Atkins’ revestidos com fécula de mandioca ou cera de carnaúba mantidas em embalagens plásticas de filmes de PVC ou polietileno, apresentaram o menor teor de sólidos solúveis que os frutos que receberam apenas a embalagem convencional, concluindo que o uso de revestimentos comestíveis foi eficiente em retardar o processo de amadurecimento dos frutos.

5. CONCLUSÕES

Caracterização do endocarpo

- ✓ O endocarpo da pitomba apresenta valor considerável de amido, baixo percentual de água, lipídios e minerais;

Extração e caracterização do amido

- ✓ O amido de pitomba apresenta baixa fluidez e coesividade elevada. Baixo percentual de lipídios, cinzas e proteínas, com variação na tonalidade de mais claro a mais escuro de acordo com o método de extração;
- ✓ O método de extração utilizando imersão em metabissulfito de sódio é o mais satisfatório, resultando em um pó claro com maior percentual de amido;
- ✓ A atividade toxicológica moderada é identificada para o amido de pitomba que apresenta quantidades de compostos fenólicos elevada;

Propriedades funcionais, reológicas e morfológicas do amido

- ✓ O amido de pitomba apresenta pequena quantidade de amilose, baixa solubilidade e poder de inchamento, alta capacidade de absorção de água e óleo, tendência a formar pasta de baixa dureza e baixa tendência a retrogradação, indicando o amido para uso potencial como agente espessante e estabilizante nas indústrias de alimentos e como ingrediente para filme comestível e embalagens de alimentos;
- ✓ Os grânulos de amido apresentam estrutura lisa com ausência de fissura em formato semioval em tamanhos pequenos;
- ✓ As pastas de amido fornecem boa viscosidade aparente sugerindo aplicações no aumento da fluidez de líquidos, com diminuição considerável da viscosidade em função do aumento da temperatura.

Isotermas de adsorção

- ✓ As isotermas de sorção do amido de pitomba é do tipo III, com o modelo de Peleg melhor representativo do fenômeno

Armazenamento

Catchup

- ✓ A adição de amido de pitomba as formulações de catchup é capaz de retardar a sinérese do molho, sendo elevada com o aumento da temperatura de armazenamento;
- ✓ O amido de pitomba proporciona maior viscosidade aparente aos catchups;
- ✓ As formulações de catchup adicionadas de amido de pitomba receberam boa aceitação sensorial quanto aos parâmetros de aroma, cor, sabor e aparência.

Manga

- ✓ O desenvolvimento de revestimentos comestível a base de amido de pitomba apresenta-se viável na conservação pós colheita de mangas Tommy Atkins;
- ✓ O amido de pitomba como revestimento comestível é capaz de retardar o amadurecimento das mangas Tommy Atkins nas temperaturas de 5 e 25 °C, assemelhando-se ao amido de milho.

SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

- ✓ Realizar a modificação química do amido de pitomba e caracterizá-lo quanto aos parâmetros reológicos, morfológicos e funcionais;
- ✓ Verificar o potencial de aplicação do amido de pitomba como revestimento comestível em uma maior variedade de frutos;
- ✓ Testar a estabilidade do catchup adicionado de amido de pitomba.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 12994**: Métodos de avaliação sensorial de alimentos e bebidas, São Paulo, 1993, 2p.

ABU, J. O.; DUODU, K. G.; MINNAAR, A. Effect of gamma irradiation on some physico-chemical properties of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) starch. **Food Chemistry**, v. 95, n. 1, p. 386–393, 2006.

ADEBOWALE, K. O.; AFOLABI T. A.; OLUOWOLABI, B. I. Functional, physicochemical and retrogradation properties of sword bean (*Canavalia gladiata*) acetylated and oxidized starches. **Carbohydrate Polymers**, v. 65, n. 1, p. 93-101, 2006.

AFOLABI, T. A.; OLU-OWOLABI, B. I.; ADEBOWALE, K. O.; AWAL, O. S.; AKINTAYO, C. O. Functional and tableting properties of acetylated and oxidised finger millet (*Eleusine coracana*) starch. **Starch/Stärke**, v. 64, n. 4, p. 326–337, 2012.

AGGARWAL, V.; SINGH, N.; KAMBOJ, S. S.; BRAR, P. S. Some properties of seeds and starches separated from different Indian pea cultivars. **Food Chemistry**, v. 85, n.4, p. 585–590, 2004.

AI, Y. JANE, A. J. L. Gelatinization and rheological properties of starch: review. **Starch/Stärke**, v. 54, n. 3-4, p. 213-224, 2015.

ALEMÁN S. E.; RAMÍREZ, A. O.; MANZANILLA, E. E.; GUSMÁN, R. E.; PÉREZ, E. E. Functional and nutritional characterization of native and modified starches from bananas hybrids. **Starch/Stärke**, v. 67, n. 5-6, p. 459-469, 2015.

ALIKHANI, M. Enhancing safety and shelf life of fresh-cut mango by application of edible coatings and microencapsulation technique. **Food Science & Nutrition**, v. 2, p. 210–217, 2014.

ALPIZAR-REYES, E.; ROMÁN-GUERREIRO, A.; GALLARDO-RIVERA, R.; VARELA-GUERREIRO, V.; CRUZ-OLIVARES, J.; PÉREZ-ALONSO, C. Rheological properties of tamarind (*Tamarindus indica* L.) seed mucilage obtained by spray-drying as a novel source of hydrocolloid. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 107, n. 1, p. 817-824, 2018.

ALTUNA, L.; HERRERA, M. L.; FORESTI, M. L. Synthesis and characterization of octenyl succinic anhydride modified starches for food applications. A review of recent literature. **Food Hydrocolloids**, v. 80, n. 1, p. 97-110, 2018.

ALVES, E. U.; MONTE, D. M. O.; CARDOSO, E. A.; SANTOS-MOURA, S. S.; MOURA, M. F. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Talisia esculenta* (A. St. –HIL) Radlk em função de profundidade e posição de sementeira. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, p. 328-339, 2013.

AMAYA-LLANO, S. L.; MARTÍNEZ-ALEGRÍA, L.; ZAZUETA-MORALES, J. J.; MARTÍNEZ-BUSTOS, F. Acid thinned jicama and maize starches as fat substitute in stirred yogurt. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, n. 7, p. 1274-1281, 2008;

- AMAGLIANI, L.; O'REGAN, J.; KELLY, A. L.; O'MAHONY, J. A. Chemistry, structure, functionality and applications of rice starch. **Journal of Cereal Science**, v. 70, n. 1, p. 291-300, 2016.
- AMARIZ, A.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; SANTOS, A. C. N.; RIBEIRO, T. P. Recobrimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas 'Tommy Atkins' armazenada sob refrigeração. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2199-2205, 2010.
- ANDRABI, S. N.; WANI, I. A.; GANI, A.; HANDANI, A. M.; MASOODI, F. A. Comparative study of physico-chemical and functional properties of starch extracted from two kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and green gram cultivars (*Vigna radiata* L.) grown in India. **Starch/Stärke**, v. 68, n. 5-6, p. 416-426, 2016.
- ANDRADE, M.E.L. **Qualidade pós-colheita de manga 'Tommy Atkins' tratada com água eletrolisada**. 2013. 66 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Arido, Mossoró, 2013.
- ANDRADE, R. D.; LUMES, R.; PÉREZ, C. E. Models of sorption isotherms for food: Uses and limitations. **Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmaceutica** v.18, n. 1, p. 325-334, 2011.
- ARAÚJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; ORLANDO, R. C.; MARTINS, E. A. S.; HARTMANN FILHO, C. P. Propriedades físicas dos frutos de amendoim durante a secagem. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 170-180, 2015.
- AROCAS, A.; SANZ, T.; FISZMAN, S. M. Clean label starches as thickeners in white sauces. Shearing, heating and freeze/thaw stability. **Food Hydrocolloids**, v. 23, n. 1, p. 2031-2037, 2009.
- ASCHERI, D. P. R.; MOURA, W. S.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Caracterização física e físico-química de rizomas e amido do lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 2, p. 159-166, 2010.
- AZERÊDO, L. P. M.; SILVA, S. M.; LIMA, M. A. C.; DANTAS, R. L.; PEREIRA, W. E. Qualidade de manga Tommy Atkins da produção integrada recoberta com fécula de mandioca associada a óleos essenciais e quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 1, p. 141-150, 2016.
- BARBOSA, M. O. **Bioativos em sementes de sete espécies não convencionais ocorrentes no Brasil**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco. 2016., 103f. Tese de Doutorado.
- BARBI, R. C. T.; TEIXEIRA, G. L.; HORMUNG, P. S.; ÁVILA, S.; RIBANI, R. H. *Eriobotrya japonica* seed as a new source of starch: Assessment of phenolic compounds, antioxidante activity, thermal, rheological and morphological properties. **Food Hydrocolloids**, v. 77, n. 1, p. 646-658, 2018.
- BELHADI, B.; DJABALI, D.; SOUILAHA, R.; YOUSFIC, M.; NADJEMI, B. Three small-scale laboratory steeping and wet-milling procedures for isolation of starch from sorghum grains cultivated in Sahara of Algeria. **Food and Bioproducts Processing**, v. 91, n. 3, p. 225-232, 2013.

BELLO-PÉREZ, L. A.; MONTEALVO, M. G. M.; ACEVEDO, E. G. **Almidón: definición, estructura y propiedades**. In: LAJOLO, F. M. e MENEZES, E. W. Carbohidratos em Alimentos Regionales Iberoamericanos. Editora da USP, São Paulo, p.646, 2006.

BERNARDO, C. O.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Efeito do ultrassom na extração e modificação de amidos. **Ciência Rural**, v.46, n. 4, p. 739-746, 2016.

BEUCHAT, L. R. Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour protein. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 25, p.258-261, 1977.

BEZERRA, T. S.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A.; MAIA, G. A.; CLEMENTE, E. Avaliação físico-química e aplicação de modelos matemáticos na predição do comportamento de polpas de manga desidratadas em pó. **Revista Ceres**, v.58, n. 1, p.278-283, 2011.

BEZERRA, T. S.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A.; MAIA, G. A.; ROCHA, E. M. F. F. Comportamento higroscópico de pós de manga das variedades coité e espada e avaliação das características físico-químicas. **Ciência Rural**, v.40, n. 1, p.2186-2192, 2010.

BIERHALS, V. S.; CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Effect of cassava starch coating on quality and shelf life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus* L. Merril cv “Pérola”) **Journal of Food Scientia**. n. 76, p. 62-72, 2011.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.

BLAHOVEC, J. Sorption isotherms in materials of biological origin mathematical and physical approach. **Journal of Food Engineering**, v. 65, n. 4, p. 489-495, 2004.

BHANDARI, B. R.; DATTA, N.; D'ARCY, B. R.; RINTOUL, G. B. Co-crystallization of Honey with Sucrose. **LWT - Food Science and Technology**, v.31, n.2, p.138-142, 1998.

BORTNOWSKA, G.; KRUDOS, A.; SCHUBERT, V.; KRAWCZYNSKA, N.; MOJKA, K. Effects of waxy rice and tapioca starches on the physicochemical and sensory properties of white sauces enriched with functional fibre. **Food Chemistry**, v. 202, n. 1, p. 31-39, 2016.

BRASIL, I. M.; SIDDIQUI, M. Chapter 1- Postharvest quality of fruits and vegetables: An overview, Preharvest modulation of postharvest fruit and vegetable quality. **Academic Press**, p.1-40, 2018.

BRASIL. Decreto nº 12.486 de 20 de outubro de 1987. Normas relativas a alimentos e bebidas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**. 21 out, 1987, 20p.

BRASIL. Resolução RDC ANVISA/MS n.12, de 02 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1.

BRASIL. Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, p.17, 18 set. 2003. Seção I.

BULÉON, A.; COLONA, P.; PLANCHOT, V.; BALL, S. Starch granules: structure and biosynthesis – Mini review. **Internacional Journal of Biological Macromolecules**, v. 23, n. 2, p. 85-112, 1998.

COMUNIAN, T. A.; MONTERREY-QUINTERO, E. S.; THOMAZINI, M.; BALIEIRO, J. C. C.; PICCONE, P.; PITTIA, P.; FAVARO-TRINDADE, C. S. Assessment of production efficiency, physicochemical properties and storage stability of spray-dried chlorophyllide, a natural food colourant, using gum Arabic, maltodextrin and soy protein isolate-based carrier systems. **International Journal of Food Science and Technology**, v.46, p.1259-1265, 2011.

CAPRISTE, G. H.; ROTSTEIN, E. Prediction of sorptional equilibrium data for starch-containing foodstuffs. **Journal of Food Science**, v.47, n.8, p.1501-1507, 1982.

CARDOSO, E. A.; ALVES, E. U.; ALVES, A. U. Qualidade de sementes de pitombeira em função do período e da temperatura de secagem. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 7-16. 2015.

CASSON, N. **A flow equation for pigment-oil suspensions of the printing ink type**, in: C. C. Mill (Ed.), *Rheology of disperse systems*, Pergamon Press, New York, 1959, pp. 82–104.

CAVALCANTI, M. T.; SILVA, V. C.; COSTA, T. S; FLORÊNCIO, I. M.; FLORENTINO, E. R. Obtenção do amido do endocarpo da manga para diversificação produtiva na indústria de alimentos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 5, p. 80-83, 2011.

CHÁVEZ-SALAZAR, A.; BELLO-PÉREZ, L. A.; AGAMA-ACEVEDO, E.; CASTELLANOS-GALEANO, F. J.; ÁLVAREZ-BARRETO, C. L. Isolation and partial characterization of starch from banana cultivars grown in Colombia. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.01.024>.

CHEL-GUERRERO, L.; BARBOSA-MARTIN, E.; MARTINEZ-ANTONIO, A.; GONZÁLEZ-MONDRAGÓN, E.; BETANCUR-ANCORA, D. Some physicochemical and rheological properties of starch isolated from avocado seeds. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 86, n. 1, p. 302-308, 2016.

CHENLO, F.; MOREIRA, R.; SILVA, C. Rheological properties of aqueous dispersions of tragacanth and guar gums at different concentrations. **Journal of Texture Studies**, v. 41, n. 3, p. 396-415, 2010.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: Fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CLERICI, M. T. P. S.; KALLMANN, C.; GASPI, F. O. G.; MORGANO, M. A.; MARTINEZ-BUSTOS, F.; CHANG, Y. K. Physical, chemical and technological characteristics of *Solanum lycocarpum* A. St. - HILL (Solanaceae) fruit flour and starch. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2143-2150, 2011.

CONSTENLA, D. T.; LOZANNO, J.E.; CRAPISTE, G. H. Thermophysical properties of clarified apple juice as a function of concentration and temperature. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 1, p. 663 - 668, 1989.

- COPELAND, L.; BLAZEK, J.; SALMAN, H.; TANG, M. C. Form and functionality of starch. **Food Hydrocolloids**, v. 23, p.1527-1534, 2009.
- CORDEIRO, M. H. M.; MIZOBUTSI, G. P.; SILVA, N. M.; OLIVEIRA, M. B.; MOTA, W. F.; SOBRAL, R. R. S. Conservação pós-colheita de manga var. Palmer com uso de 1-metilciclopropeno. **Revista Magistra**, v. 26, n. 2, p. 102-113, 2014.
- CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Utilização de novas técnicas de microscopia na caracterização do amido. **Carboidratos em Alimentos Regionales Iberoamericanos**. Editora da USP, São Paulo, p.646, 2006.
- CORREIA, L. J. H. **Conservação da manga tipo espada em atmosfera modificada sob temperaturas de refrigeração**. 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2005.
- CORREIA, P. R.; NUNES, M. C.; BEIRÃO-DA-COSTA, M. L. The effect of starch isolation method on physical and functional properties of Portuguese nuts starches. I. Chestnuts (*Castanea sativa* Mill. var. Martainha and Longal) fruits. **Food Hydrocolloids**, v. 27, n. 1, p. 256-263, 2012.
- CORREIA, P. R.; NUNES, M. C.; BEIRÃO-DA-COSTA, M. L. The effect of starch isolation method on physical and functional properties of Portuguese nut starches. II. *Q. rotundifolia* Lam. and *Q. suber* Lam. acorns starches. **Food Hydrocolloids**, v. 30, n. 1, p 448-455, 2013.
- CRAIG, S. A. S.; MANINGAT, C. C.; SEIB, P. A.; HOSENEY, R. C. Starch paste clarity. *Cereal Chemistry*, v. 66, n. 3, p.173-182, 1989.
- CROWLEY, S. V.; GAZI, I.; KELLY, A. L.; HUPPERTZ, T.; O.; MAHONY, J. A. Influence of protein concentration on the physical characteristics and flow properties of milk protein concentrate powders. **Journal of Food Engineering**, v. 135, p. 31-38, 2014.
- DAMODARAN, S.; PARKING, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4 Ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DAS, D. K.; DUTTA, H.; MAHANTA, C. L. Development of a rice starch-based coating with antioxidant and microbe-barrier properties and study of its effect on tomatoes stored at room temperature. **LWT - Food Science and Technology**, v, 50, n. 1, p. 272-278, 2013.
- DAS, D.; JHA, S.; KUMAR, K. J. Isolation and release characteristics of starch from the rhizome of Indian Palo. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 72, p. 341-346, 2015.
- DAUDT, R. M.; AVENA-BUSTILLOS, R. J.; WILLIAMS, T.; MADEIRA, D. F.; GUERREIRO, C. L. K.; MARCZAK, L. D. F.; MCHUGH, T. H. Comparative study on properties of edible films based on pinhão (*Araucaria angustifolia*) starch and flour. **Food Hydrocolloids**, v. 60, n. 1, p. 279–287, 2016.
- DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 945-954, 2009.

DIANTOM, A.; CUTI, E.; CARINI, E.; VITTADINI, E. Effect of added ingredients on water status and physico-chemical properties of tomato sauce. **Food Chemistry**, v. 236, p. 101-108, 2017.

DIAS, L. G. **Estudo do processo de secagem em estufa e por microondas de compósitos cerâmicos de argila e resíduos de esteatito**. 2013, 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) Universidade Federal de São João del Rei, São João del Rei, 2013.

DÍAZ, A.; DINI, C.; VIÑA, S. Z.; GARCÍA, A. Starch extraction process coupled to protein recovery from leguminous tuberous roots (*Pachyrhizus ahipa*). **Carbohydrate Polymers**, v. 152, n. 1, p. 231–240, 2016.

DÍAZ, M.; ROSSINI, C. Bioactive natural products from Sapindaceae deterrent and toxic metabolites against insects. **Insecticides pest engineering**, 2012.

DINIZ, M. D. M. S. **Propriedades texturais, físico-químicas, reológicas e enzimáticas da manga "Tommy Atkins" durante o armazenamento em atmosfera modificada sob refrigeração**. 2013. 159 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2013.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4^a ed. Curitiba, Champagnat, 2013, 536p.

ÉDER-SILVA, E.; ARAÚJO, D. R. Qualidade fisiológica, aspectos morfométricos e número de cromossomos da espécie *Talisia esculenta* Radlk. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável**, v 9 , n. 3 p. 275 - 282, 2014.

EMAM DJOMEH, Z.; DEHGHANNYA, J.; GHARABAGH, R. S. Assessment of osmotic process in combination with coating on effective diffusivities during drying of apple slices. **Drying Technology**, v. 24, n.1, p. 1159 – 1164, 2006.

ESTRADA-LEÓN, R. J.; MOO-HUCHIN, V. M.; RIOS-SBERANIS, C. R.; BETANCUR-ANCONA, D.; MAY-HERMANDÉZ, L. H.; CARRILO-SÁNCHEZ, F. A.; CERVANTES-UC, J. M.; PÉREZ-PAHECO, E. The effect of isolation method on properties of parota (*Enterolobium cyclocarpum*) starch. **Food Hydrocolloids**, v. 57, n. 1, p. 1-9, 2016.

FAKHOURI, F. M.; MARTELLI, S. M.; CAON, T.; VELASCO, J. I.; MEI, L. H. I. Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. **Postharvest Biology and Technology**, v.109, n. 1, p. 57–64, 2015.

FALADE, K. O.; CHRISTOPHER, A. S. Physical, functional, pasting and thermal properties of flours and starches of six Nigerian rice cultivars. **Food Hydrocolloids**,v. 44, n. 1, p. 478–490, 2015.

FALADE, K. O.; SEMON, M.; FADAIRO, O. S.; OLADUNA. O.; OROU, K. K. Functional and physico-chemical properties of flours and starches of African rice cultivars. **Food Hydrocolloids**, v.39, n. 1, p. 41 – 50, 2014.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: Princípios e prática**. 1 ed. Porto Alegre, Artmed, 2006, 602 p.

FEITOSA, R. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F de.; QUEIROZ, A. J. de M.; GOMES, J. P. Isotermas de adsorção de umidade de fatias de goiabas desidratadas pré tratadas com solução de ácido ascórbico. In: Congresso Ibérico de Agroingeniería y Ciências Hortícolas, **Anais..2013**. CD-rom

FIGUEROA, A. M.; LACERDA, L. G.; SCHNITZLER, E.; DEMIATE, I. M. Caracterização das propriedades de pasta e térmicas de amidos de feijão Branco, Carioca, Fradinho e Preto. **Brazilian Journal of Thermal Analysis**, v. 4, n. 3, p. 12 – 16, 2015.

FRANKLIN, M. E. E.; PUSHPADASS, H. A.; KUMAR, B.; KULKARNI, S.; MUTHURAYAPPA, M.; KANDASAMY, R.; VENKATACHALAM, P.; VELLINGIRI, P. Physicochemical, thermal, pasting and microstructural characterization of commercial *Curcuma angustifolia* starch. **Food Hydrocolloids**, v. 67, n. 1, p. 27-36, 2017.

GANI, A.; ASHWAR, B. A.; AKHTER, G.; SHAH, A.; WANI, I. A.; MASOODI, F. M. Physico-chemical, structural, pasting and thermal properties of starches of fourteen *Himalayan rice* cultivars. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 95, n. 1, p. 1101–1107, 2017.

GUADALARRAMA-LEZAMA, A. Y.; CARRILLO-NAVES, H.; PÉREZ-ALONSO, C.; VERNON-CARTER, E. J.; ALVAREZ-RAMIREZ, J. Thermal and rheological properties of sponge cake batters and texture and microstructural characteristics of sponge cake made with native corn starch in partial or total replacement of wheat flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 70, n. 1, p. 46–54, 2016.

GUARIM NETO, G.; SANTANA, S. R.; SILVA, J. V. B. Repertório botânico da "pitombeira" (*Talisia esculenta* (St.-Hil.) Radlk. - Sapindaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 33, p. 237-242, 2003.

GUERRA, P. M. **Modificação química do amido de mandioca e blendagem com poliéster biodegradável**. 2010. 86f. Dissertação. (Mestre em Engenharia Química). Departamento de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, SP.

GUIMARÃES, J. E. R. **Produtos naturais no controle da antracnose e na qualidade pós-colheita de mangas ‘Palmer’**. 2016. 234f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista.

GUTIÉRREZ, T. J.; TAPIA, M. S.; PÉREZ, E.; FAMÁ, L. Structural and mechanical properties of edible films made from native and modified cush-cush yam and cassava starch. **Food Hydrocolloids**. v.45, n. 1, p. 211–217, 2015.

GUZEL, D.; SAYAR, S. Effect of cooking methods on selected physicochemical and nutritional properties of barlotto bean, chickpea, faba bean, and white kidney bean. **Journal of Food Science and Technology**, v. 49, n. 1, p. 89–95, 2012.

HASHIM, D. B.; MOORTHY, S. N.; MITCHELL, J. R.; HILL, S. E.; LINFOOT, K. J.; BLANSHARD, J. M. V. The effect of low levels of antioxidants on the swelling and solubility of cassava starch. **Starch/Stärke**, v. 44, n. 3, p. 471-475, 1992.

HEYMAM, B.; VOS, W. H.; MEEREN, P. V. D.; Dewettinck, K. Gums tuning the rheological properties of modified maize starch pastes: Differences between guar and xanthan. **Food Hydrocolloids**, v. 39, n.1, p. 85-94, 2014.

HOOVER, R., HUGHES, T., CHUNG, H. J., LIU, Q. Composition, molecular structure, properties, and modification of pulse starches: A review. **Food Research International**, v. 43, n. 1, p. 399-413, 2010.

HORNUNG, P. S.; ÁVILA, S.; LAZZAROTTO, M.; LAZZAROTTO, S. R. S.; SIQUEIRA, G. L. A.; SCHNITZLER, E.; RIBANI, R. H. Enhancement of the functional properties of *Dioscoreaceas* native starches: Mixture as a green modification process. **Thermochimica Acta**, v. 649, n 1, p. 31-40, 2017.

HORNUNG, P. S.; CORDOBA, L. P.; LAZZAROTTO, S. R. S.; SCHNITZLER, E.; LAZZAROTTO, M.; RIBANI, R. H. Brazilian Dioscoreaceas starches. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 127, n. 1, p. 1-9, 2016.

IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos**. 2008.

ICC - International Association For Cereal Science and Technology. **Rapid pasting method using the Newport Rapid Visco Analyser**. Standard n° 162, 1996.

IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry. Reporting Physisorption data for gas solid systems with special reference to the determination of surface area and porosity. **Pure & Applied Chemistry**, v.57, p.603-619, 1985.

JIANG, Q.; GAO, W.; L, X.; XIA, Y.; WANG, H.; WU, S.; HUANG, L. LIU, C.; XIAO, P. Characterizations of starches isolated from five different Dioscorea L. species. **Food Hydrocolloids**, v. 29, n. 1, p. 35-41, 2012.

KHIN, M. M.; ZHOU, W.; PERERA, C. O. Impact of process conditions and coatings on the dehydration efficiency and cellular structure of apple tissue during osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering**, v. 79, n. 1, p. 817–827, 2007.

KIM, W.; YOO, B. Rheological behaviour of acorn starch dispersions: effects of concentration and temperature. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 44, n. 1, p. 503–509, 2009.

KONG, X. KASAPIS, S.; BERTOFT, E.; CORKE, H. Rheological properties of starches from grain amaranth and their relationship to starch structure. **Starch/Stärke**, v. 62, n. 6, p. 302-308, 2010.

KRYSTYJAN, M.; SIKORA, M.; ADAMCZYK, G.; TOMASIK, P. Caramel sauces thickened with combinations of potato starch and xanthan gum. **Journal of Food Engineering**, v. 112, n. 1-2, p. 22–28, 2012.

KRUMREICH, F. D.; SOUSA, C. T.; CORRÊA, A. P. A.; KROLOW, A. C. R.; ZAMBIASI, R. C. Teor de cinzas em acessos de abóboras (*Cucurbita Máxima* L.) do Rio Grande do Sul. In: VIII SIMPÓSIO DE ALIMENTOS, 8., 2013, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: UFP, 2013.

- LA TORRE-GUITIÉRREZ, L. Extracción y caracterización físico química y funcional del almidón de plátano cuadrado, *Musa balbisia* CollaMsc. Thesis, Universidad Autónoma de Yucatán. México, p. 38-43, 2004.
- LAGO-VANZELA, E. S.; NASCIMENTO, P.; FONTES, E. A. F.; MAURO, M. A.; KIMURA, M. Edible coatings from native and modified starches retain carotenoids in pumpkin during drying. **LWT - Food Science and Technology**, v. 50, n. 1, p. 420-425, 2013.
- LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. **Carboidratos en alimentos regionales iberoamericanos**. 1. ed. São Paulo: EDUSP, 2006. v. 1. 648 p.
- LAWAL, O. S.; ADEBOWALE, K. O. Physicochemical characteristics and thermal properties of chemically modified jack bean (*Canavalia ensiformis*) starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 60, n. 3, p. 331-341, 2005.
- LEMOS, D. M.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Caracterização físico-química de sementes de noni. **Revista GEINTEC**, V. 5, n. 3, p.2308- 2315, 2015.
- LEMOS, P. V. F.; BARBOSA, L.S.; RAMOS, I. G.; COELHO, R. E.; DRUZIAN J. I. The important role of crystallinity and amylose ratio in thermal stability of starches. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 130, p 1-13, 2017.
- LEONEL, M. Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 579-588, 2007.
- LEONEL, M.; CARMO, E. L.; LEONEL, S.; FRANCO, C. M. L.; CAMPANHA, R. B. Extração e caracterização do amido de diferentes genótipos de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. Esp., p. 599-605, 2011.
- LEONEL M.; FERRARI, T.B., SARMENTO, S. B. S.; OLIVEIRA, M. A. Planting time, developmental stages and characteristics of roots and starch of *Phachyrhizus ahipa*. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 62, n. 1, p.528-533, 2005.
- LEOPOLDINO, K. J. M. **Extração e caracterização de amido nativo e modificado da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*)**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017, 244f, tese de doutorado.
- LI, G.; ZHU, F. Rheological properties in relation to molecular structure of quinoa starch. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 144, n. 1, p. 767-775, 2018.
- LIMA, A. B.; SILVA, S. M.; ROCHA, A.; NASCIMENTO, L. C.; RAMALHO, F. S. Conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’ orgânica sob recobrimentos bio-orgânicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 3, p. 704-710, 2012.
- LINDEBOOM, N., CHANG, P. R. E TYLER, R. T. Analytical, biochemical and physicochemical aspects of starch granule size, with emphasis on small granule starches: A review. **Starch-Stärke**, v. 56, p. 89-99, 2004.
- LIU, Q. Understanding starches and their role in foods. **Food carbohydrates: Chemistry, physical properties and applications**, p. 309-355, 2005.

LOOS, J. P.; HOOD, L. F.; GRAHAM, H. D. Isolation and characterisation of starch from breadfruit. **Cereal Chemistry**, v. 58, n. 4, p. 283-286, 1981.

LUCIANO, C. G. **Caracterização da farinha e do amido isolado de semente de jaca e comportamento reológico de dispersões de amido**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo. 2016, 142f. Dissertação de mestrado.

LUNDUBWONG, N.; SEIB, P. A. Rice starch isolation by alkaline protease digestion of wet-milled rice flour. **Journal of Cereal Science**, v. 31, n. 1, p. 63-74, 2000.

MACHADO, T. C.; SILVEIRA, R. L.; LAPORTA, L. V.; SANTOS, M. R. Influência de excipientes na manipulação de cápsulas de furosemina. **Disciplinarum scientia**, v. 13, n. 1, p. 27-39, 2012.

MAHMOOD, K.; KAMILAH, H.; SHANG, P. L.; SULAIMAN, S.; ARIFFIN, F.; ALIAS, A. K. A review: interaction of starch/ non-starch hydrocolloid blending and the recent food applications. **Food Bioscience**, v. 19, p. 110-120, 2017.

MAJHENIC, L.; SKERGET, M.; KNEZ, Z. Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts. **Food Chemistry**, v. 104, n. 3, p. 1258 - 1268, 2007.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; GARCIA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Microstructural characterization of yam starch films. **Carbohydrate Polymers**, v. 50, n. 4, p. 379-386, 2002.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V. E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.

MANDALA, I. G.; SAVVAS, T. P.; KOSTAROPOULOS, A. E. Xanthan and locust bean gum influence on the rheology and structure of a white model-sauce. **Journal of Food Engineering**, v. 64, n. 1, p. 335–342, 2004.

MANIGLIA, B. C.; TAPIA-BLÁCIDO, D. R. Isolation and characterization of starch from babassu mesocarp. **Food Hydrocolloids**, v.55, p. 47-55, 2016.

MATUSKA, M.; LENART, A.; LAZARIDES, H. N. On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake. **Journal of Food Engineering**, v. 72, n. 1, p. 85–91, 2006.

MELO NETO, B. A.; BARBOSA, A. Z.; LEITE, C. X. S.; ALMEIDA, P. F.; BONOMO, R. C. F.; PONTES, K. V. Chemical composition and functional properties of starch extracted from the pejibaye fruit (*Bactris gasepaes* Kunt.). **Acta Scientiarum. Technology**, v. 37, n. 1, p. 105-110, 2015.

MENDES, M. L. M.; BORA, P. S.; RIBEIRO, A. P. L. Propriedades morfológicas e funcionais e outras características da pasta do amido nativo e oxidado da amêndoa do caroço de manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 1, p. 76-84, 2012.

MENDES, M. L. M.; RIBEIRO, A. P. L.; ALMEIDA, E. C. Efeito da acidificação nas propriedades físico-químicas e funcionais do amido de sementes de manga (*Mangifera indica* L.), variedade *Tommy Atkins*. **Revista Ceres**, v. 62, n.3, p. 225-232, 2015.

MILÁN-NORIS, A. K. A.; LA ROSA-MILLÁN, J. B.; REYES-MORENO, C.C.; SERNA-SALDIVAR, S. O. Physicochemical, functional properties and digestion of isolated starches from pigmented chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. **Starch/Stärke**, v. 69, n. 5-6, p. 1-11, 2017.

MOREIRA, T. B.; ROCHA, E. M. F. F.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Comportamento das isotermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1093-1098, 2013.

MOHENIN, N. N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986, p. 841.

MORET-TATAY, A.; RODRIGUEZ-GARCIA, J.; MARTI-BONMATI, E.; HERNANDO, I.; JESUS HERNANDEZ, M. Commercial thickeners used by patients with dysphagia: Rheological and structural behaviour in different food matrices. **Food Hydrocolloids**, v. 51, n. 1, p. 318-326, 2015.

MELO NETO, B. A.; BARBOSA, A. A.; LEITE, C. X. S.; ALMEIDA, P. F.; BONOMO, R. C. F.; PONTES, K. V. Chemical composition and functional properties of starch extracted from the pejobaye fruit (*Bactris gaspaes* Kunt.). **Acta Scientiarum. Technology**, v. 37, p. 105-110, 2015.

MELO, W. S.; PENA, R. S.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. Hygroscopic behavior of buriti (*Mauritia flexuosa*) fruit. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, p.935- 940, 2011.

MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, L. B.; JACOBSEN, L. B.; NICHOLS, D. E.; MCLAUGHLIN, J. L. Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. **Journal of Medicinal Plant and Natural Product Research**, v. 45, n. 1, p. 31-4. 1982.

MUAZU, J.; MUSA, H.; ISAH, A. B.; BHATIA, P. G.; TOM, G. M. Extraction and characterization of Kaffir Potato Starch: A potential source of pharmaceutical raw material. **Journal of Natural Product and Plant Resources**, v. 1, p. 41-49, 2011.

NAGENDRA PRASAD, M. N.; SANJAY, K. R.; SHRAVYA KHATOKAR, M.; VISMAYA, M. N.; NANJUNDA SWAMY, S. Health Benefits of Rice Bran - A Review. **Journal of Nutrition & Food Science**, v. 1, n. 3, p. 1-7, 2011.

NARA, S.; KOMIYA, T. Studies on the relationship between water-saturated state and crystallinity by the diffraction method for moistened potato starch. **Starch/ Stärke**, v. 35, p.407-410, 1983.

NAWAB, A.; ALAM, F.; HASNAIN, A. Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf-life of tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit, **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 103, p. 581-586, 2017.

- NERI-NUMA, I. A.; CARVALHO-SILVA, L. B.; FERREIRA, J. E. M.; MACHADO, A. R. T.; MALTA, L. G.; RUIZ, A. L. T. G.; CARVALHO, J. E.; PASTORE, G. M. Preliminary valuation of antioxidant, antiproliferative and antimutagenic activities of pitomba (*Talisia esculenta*). **Food Science and Tehcnology**, v. 59, p. 1233-1238, 2014.
- NGUTA, J. M.; MBARIA, J. M.; GATHUMBI, P. K.; KABASA, J. D.; KIAMA, S. G. Biological screening of kenya medicinal plants using *Artemia salina* L. (Artemiidae). **Pharmacology**, v.2, p.458-78, 2011.
- NINDJIM, C.; AMANI, G. N.; SINDIC, M. Effect of blend levels on composite wheat doughs performance made from yam and cassava native starches and bread quality. **Carbohydrate Polymers**, v. 86, n. 1, p.1637–1645, 2011.
- NUNES, L. S.; DUARTE, M. E. M.; CAVALCANTI-MATA, M. E. R. M. Avaliação do comportamento higroscópico de amido de inhame. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 11, n. 2, p. 149-158, 2009.
- OLIVEIRA, G. S.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 10, p. 1059–1064, 2014.
- OLIVEIRA, P. H. R. de. Phenol (CAS 108-95-2). **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 4, p. 1579-1593, 2015
- OLIVEIRA, T. M.; PIROZI, M. R.; BORGES, J. T. S.; GERMANI, R.; FONTES, M. P. F. Caracterização do Amido de Grão-de-Bico (*Cicer arietinum* L.). **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 27-42, 2009.
- ONIAS, E. A.; CAVALCANTI, M. T. Obtenção e caracterização do amido do endocarpo da manga *Tommy atkins* proveniente do resíduo agroindustrial. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 60-63, 2014.
- OYEYINKA, S. A.; OYEYINKA, A. T. A review on isolation, composition, physicochemical properties and modification of Bambara groundnut starch. **Food Hydrocolloids**, v. 75, n. 1, p. 62-71, 2018.
- PACHUAU, L.; DUTTA, R. S.; ROY, P. K.; KALITA, P.; LALHLENMAWIA, H. Physicochemical and disintegrant properties of glutinous rice starch of Mizoram, India. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 95, n. 1, p. 1298-1304, 2017.
- PAGNO, C. H.; SOUZA, L. F.; FLORES, S. H.; JONG, E. V. Desenvolvimento de espessante alimentar com valor nutricional agregado, destinado ao manejo da disfagia. **Ciência Rural**, v. 44, n. 4, p. 710-716, 2014.
- PAREDES-LÓPEZ, O.; BELLO-PÉREZ, L. A.; LÓPEZ, M. G. Amylopectin: structural, gelatinization and retrogradación studies. **Food Chemistry**, v. 50, n. 4, p. 411-418, 1994.
- PASCOAL, A. M.; DI-MEDEIROS, M. C. B.; BATISTA, K. A.; LELES, M. I. G.; LIÃO, M. L. M.; FERNANDES, K. F. Extraction and chemical characterization of starch from *S. lycocarpum* fruits. **Carbohydrate Polymers**, v. 98, n. 1, p. 1304-1310, 2013.

- PASSOS, R. M.; SANTOS, D. M. C.; SANTOS, B. S.; SOUZA, D. C. L.; SANTOS, J. A. B.; SILVA, G. F. Qualidade pós-colheita da moringa (*Moringa oleifera* Lam.) utilizada na forma *in natura* e seca. **Revista GEINTEC**, v. 3, n. 1, p.113-120, 2012.
- PEREIRA, E. M.; COSTA, R. T. R. V.; COSTA, F. B.; FERREIRA, A. A.; ARAÚJO, H. G.; ARAÚJO, A. S.; CAVALCANTI, M. T. Avaliação microbiológica e toxicológica de broto de palma inteiro e minimamente processado. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 52, Salvador: ABH (2012), **Anais...** Congresso Brasileiro de Olericultura, 2012. CD-Rom.
- PENG, X.; YAO, Y. Small-granule starches from sweet corn and cow cockle: Physical properties and amylopectin branching pattern. **Food Hydrocolloids**, v. 74, n. 1, p. 349-357, 2018.
- PEREIRA, M. E. C.; BISPO, A. S. S.; SANTOS, A. S. R.; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão Formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p.1116-1119, 2006.
- PINYO, J.; LUANGPITUKSA, P.; SUPHANTHARIKA, M.; HANSAWASDI, C.; WONGSAGONSUP, R. Effect of enzymatic pretreatment on the extraction yield and physicochemical properties of sago starch. **Starch/Stärke**, v. 68, n. 1-2, p. 47-56, 2016.
- POLESI, L. F. Amido resistente: aplicações e métodos de produção. **B CEPPA**, v. 29, n. 2, p. 211-222, 2011.
- POMPILHO, W. M.; MARCONDES, H. C.; OLIVEIRA, T. T. Bioatividade de três espécies vegetais nativas da Floresta Atlântica brasileira frente ao microcrustáceo *Artemia salina*. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.3, p.473-480, 2014.
- PRZETACZEK-ROZNOWSKA, I. Physicochemical properties of starches isolated from pumpkin compared with potato and corn starches. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 101, n. 1, p. 536-542, 2017.
- QUEIROZ, E. R.; ABREU, C. M. P.; OLIVEIRA, K. S. Constituintes químicos das frações de lichia *in natura* e submetidas à secagem: Potencial nutricional dos subprodutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.1174-1179, 2012.
- RAIGOND, P.; EZEKIEL R., RAIGOND, B. Resistant Starch in Food: A Review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 10, p. 1968-1978, 2015.
- RANI, A. CHAWHAAN, P. H. Extraction and scanning electron microscopic studies of *Curcuma angustifolia* Roxb. starch. **Indian Journal Natural Products Resource**. v. 3, p.407–410, 2012.
- RAO, M. A. **Rheology of Fluid and Semisolid Foods: Principles and Applications**. Aspen Publishers, Gaithersburg, 1999.
- RENGSUTTHI, K.; CHAROENREIN, S. Physico-chemical properties of jackfruit seed starch (*Artocarpus heterophyllus*) and its application as a thickener and stabilizer in chilli sauce. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, n. 1, p. 1309-1313, 2011.

RIBEIRO, S. F. **Influência de malhas fotoconversoras nos aspectos anatômicos e fisiológicos de mudas de *Talisia esculenta* (A. St.-Hil) Radlk.** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2014, 91f. Dissertação de Mestrado.

RIENER, J.; NOCI, F.; CRONIN, D. A.; MORGAN, D. J.; LYNG, J. G.; A comparison of selected quality characteristics of yoghurts prepared from thermosonicated and conventionally heated milks. **Food Chemistry**, v.119, p.1108-1113, 2010.

RIET-CORREA, F.; BEZERRA, C. W.; MEDEIROS, M. A.; SILVA, T. R.; MIRANDA NETO, E. G.; MEDEIROS, R. M. T. Poisoning by *Talisia esculenta* (A. St.-Hil.) Radlk in sheep and cattle. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v, 26, n, 3, p.412–417, 2014.

ROBINSON, W. B.; KIMBALL, L. B.; RANSFORD, J. R.; MOYERA, J. C.; HAND, D. B. Factors Influencing the degree of settling in tomato juice. **Food Technology**, v.10, n.2, p. 10 - 112, 1956.

RONDÁN-SANABRIA, G.G.; FINARDI-FILHO, F. Physical–chemical and functional properties of maca root starch (*Lepidium meyenii* Walpers). **Food Chemistry**, v, 114, p. 492–498, 2009.

ROZNOWSKI, J.; PRZETACZEK-ROŻNOWSKA, I.; BOBA, D. Physicochemical properties of native and phosphorylated pumpkin starch. **Starch/Stärke**, v.69, n. 1-2, p. 68-75, 2017.

SABERI, B.; GOLDING, J. B.; MARQUES, J. R.; PRISTIJONO, P.; CHOCKCHASAWASDEE, S.; SCARLETT, C. J.; STATHOPOULOS, C. E. Application of biocomposite edible coatings based on pea starch and guar gum on quality, storability and shelf life of ‘Valencia’ oranges. **Postharvest Biology and Technology**, v. 137, p. 9-20, 2018.

SANTOS, L. S.; BONOMO, R. C. F.; FONTAM, R. C. I.; BONOMO, P.; LEITE, C. X. S.; SANTOS, D. O. Efeito dos métodos de extração na composição, rendimento e propriedades da pasta do amido obtido da semente de jaca. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.15, n.3, p.255-261, 2013.

SANTHALAKSHMY, S.; BOSCO, S. J. D.; FRANCIS, S.; SABEENA, M. Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder. **Powder Technology**, v.274, n.1, p.37-43, 2015.

SANTOS, A. E. O.; GRAVINA, G. A.; BERBERT, P. A.; ASSIS, J. S.; BATISTA, P. F.; SANTOS, O. O. Efeito da técnica hidrotérmico e diferentes revestimentos na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 1, n. 1, p. 140-146, 2011

SANTOS-JUNIOR, A. F.; OLIVEIRA, L. C.; GUEDES, A. S.; MOTA, M. D.; MAGALHÃES, H. I. F. Atividade antioxidante e tóxica de extratos de cascas do fruto de *Nephelium lappaceum* L. (Sapindaceae), comercializados em Salvador, Bahia, Brasil. **Infarma Ciências Farmacêuticas**, v. 28, n. 3, p. 173-178, 2016.

SAJITHA, P. K.; SASIKUMAR, B. Qualitative and quantitative variation in starch from four species of curcuma. **Cytologia**, v. 80, n.1, p.45–50, 2015.

SCHOCH, T. J. Fatty substances in starch, In: Whistler RL (ed.) **Methods in carbohydrates**, Vol. IV, New York, NY, USA: Academic Press, pp. 56-61 and 101-103, 1964.

SERRANO, P. O.; FRANCO, C. M. L. Modificações hidrotérmicas ("Annealing") e hidrólise enzimática do amido de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 8, n. 1, p.220-232, 2005.

SERPA, P. M. F.; CASTRICINI, A.; MITSUBUZI, G. P.; MARTINS, R. F. B. N.; ALMEIDA, T. H. M. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Ceres**, v. 61, n. 6, p. 975-982, 2014.

SHAMSUDIN, R.; LING, C. S.; ADZAHAN, N. M.; DAUD, W. R. W. Rheological properties of ultraviolet-irradiated and thermally pasteurized Yankee pineapple juice. **Journal of Food Engineering**, v. 116, n. 2, p. 548-553, 2013.

SHARLINA, M. S. E.; YAACOB, W. A.; LAZIM, A. M.; FAZRY, S.; LIM, S. J.; ABDULLAH, S.; NOORDIN, A.; KUMARAN, M. Physicochemical Properties of Starch from *Dioscorea pyrifolia* tubers. **Food Chemistry**, v. 220, n. 1, p. 225–232, 2017.

SHI, S.; WANGA, W.; LIUA, L.; SHUA, B.; WEI, Y. JUEA, D.; FUC, J.; XIEA, J.; LIUC, C. Physico-chemical properties of longan fruit during development and ripening. **Scientia Horticulturae**, v. 207, n. 1, p. 160–167, 2016.

SHITTU, T. A.; Idowu-Adebayo, F.; Adedokun, I. I.; Alade, O. Water vapor adsorption characteristics of starch-albumen powder and rheological behavior of its paste. **Nigerian Food Journal**, v.33, n. 1, p. 90–96, 2015.

SIKORA, M.; KOWALSKI, S.; TOMASIK, P.; SADY, M. Rheological and sensory properties of dessert sauces thickened by starch–xanthan gum combinations. **Journal of Food Engineering**, v.79, n. 1, p.1144–1151, 2007.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. **Assistat Software: Assistência Estatística**. Versão 7.7 beta. 2016.

SILVA, G. A. S.; CAVALCANTI, M. T.; ALMEIDA, M. C. B. M.; ARAÚJO, A. S.; CHINELATE, G. C. B.; FLORENTINO, E. R. Utilização do amido da amêndoa da manga *Tommy Atkins* como espessante em bebida láctea. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12, p.1326–1332, 2013a.

SILVA, C. L. O. C.; FARIA, L. J. G.; COSTA, C. M. L. Comportamento higroscópico de partes aéreas de pimenta-de-macaco (*Piper aduncum* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 4, p. 376-381, 2013b.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1790-1793, 2008.

SILVA, P. L. **Desenvolvimento de blends de amido de inhame modificado com quitosana e PVA**. TESE (Doutorado). Fortaleza, 2010.

- SILVA, R. R.; ASSUMPÇÃO, M.; FERNANDES, P. M.; FELICIANO, T. A.; VIEIRA, C. R.; LOMEU, F. L. R. O. Efeito da utilização de gomas na viscosidade e nas características sensoriais de *shake* à base de farinha de banana verde. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.21, n. 1, 2018.
- SOLIS-FUENTES, J. A.; CAMEY-ORTÍZ, G.; Hernández-Medel, M. R.; Pérez-Mendoza, F.; Duran-de-Bazúa, C. Composition, phase behavior and thermal stability of natural edible fat from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) seed. **Bioresource Technology**, v. 101, n. 2, p. 799–803, 2010.
- SOUSA, E. P.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; LEMOS, D. M. Comportamento reológico e efeito da temperatura da polpa de pequi em diferentes concentrações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 3, p. 226, 235, 2014a.
- SOUSA, F. C de.; ROCHA, A. P. T.; GOMES, J. P.; MARTINS, J. J. A.; MARTINS, J. N. Isotermas de desorção de folhas *in natura* de juazeiro e mororó. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.3, p.304-310, 2014b.
- SOUSA, S. F.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SILVA, F. B. Comportamento reológico das polpas de noni integral e concentradas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, n. 1, p. 1-10, 2017.
- SOUZA, M. P.; BATAGLION, G. A.; da SILVA, F. M. A.; de ALMEIDA, R. A.; PAZ, W. H. P.; NOBRE, T. A.; MARINHO, J. V. N.; SALVADOR, M. J.; FIDELIS, C. H. V.; ACHO, L. D. R.; SOUZA, A. D. L., NUNOMURA, R. C. S., EBERLIN, M. N., LIMA, E. S; KOOLEN, H. H. F. Phenolic and aroma compositions of pitomba fruit (*Talisia esculenta* Radlk.) assessed by LC–MS/MS and HS-SPME/GC–MS. **Food Research International**, v. 83, n. 1, p. 87-94, 2016a.
- SOUZA, D. D.; SBARDELOTTO, A. F.; ZIEGLER, D. R.; MARCZAK, L. D. F.; TESSARO, I. C. Characterization of rice starch and protein obtained by a fast alkaline extraction method. **Food Chemistry**, v. 191, n. 1, p. 36-44, 2016b.
- SOUZA, R. L. A.; OLIVEIRA, L. S. C.; SILVA, F. L. H.; AMORIM, B. C. Caracterização da poligalacturonase produzida por fermentação semi-sólida utilizando-se resíduos de maracujá como substrato. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 9, p. 987-992, 2010.
- SPADA, J. C.; NOREÑA, C. P. Z.; MARCZAK, D. F.; TESSARO, I. C. Water adsorption isotherms of microcapsules with hydrolyzed pinhão (*Araucaria angustifolia* seeds) starch as wall material. **Journal of Food Engineering**, v. 114, n. 1, p.64–69, 2013.
- STAHL, J.A.; LOBATO, L. P.; BOCHI, V. C.; KUBOTA, E. H.; GUTKOSKI, L. C.; EMANUELLI, T. Physicochemical properties of Pinhão (*Araucaria angustifolia*, Bert, O. Ktze) starch phosphates. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n. 7, p. 1206-1214, 2007.
- SUKHIJA, S.; SINGH, S.; RIAR, C. S. Isolation of starches from different tubers and study of their physicochemical, thermal, rheological and morphological characteristics. **Starch/Stärke**, v. 68, n. 1, p. 160-188, 2016.

TAY, P. W.; H'NG, P. S.; CHIN, K. L.; WONGL, J.; LUQMAN, A. C. Effects of steeping variables and substrate mesh size on starch yield extracted from oil palm trunk. **Industrial Crops and Products**, v. 44, n. 1, p. 240–245, 2013.

TEIXEIRA, E. D. M. **Utilização de amido de mandioca na preparação de novos materiais termoplásticos**. 2007. 201f. Tese (Doutorado em Ciência). Departamento de Química., Universidade de São Paulo - USP., São Carlos, SP.

THAKUR, R.; PRISTOJANO, P.; GOLDING, J. B.; STATHOPOULOS, C. E.; SCARLET, C. J.; BOWYER, M.; SINGH, S. P.; VUONG, Q. V. Development and application of rice starch based edible coating to improve the postharvest storage potential and quality of plum fruit (*Prunus salicina*). **Scientia Horticulturae**, v. 237, p. 59-66, 2018.

TONON, R. V. **Secagem por atomização do suco de açaí: influência das variáveis de processo, qualidade e estabilidade do produto**. 2009. 242f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas – São Paulo.

VAMADEVAN, V.; BERTOFT, E.; SEETHARAMAN, K. On the importance of organization of glucan chains on thermal properties of starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 92, n. 1, p. 1653–1659, 2013.

VERSINO, F.; LOPEZ, O. V.; GARCIA, M. A.; ZARITZKY, N. E. Starch-based films and food coatings: An overview. **Starch/Stärke**, v. 68, n. 11-12, p. 1026-1037, 2016.

VIEIRA, F. A.; GUSMÃO, E. Biometria, armazenamento de sementes e emergência de plântulas de *Talisia esculenta* Radlk. (Sapindaceae). **Ciência e agrotecnologia**, v.32, n.4, p.1073-1079, 2008.

VILLARREAL, M. E.; RIBOTTA, P. D.; ITURRIANGA, L. B. Comparing methods for extracting amaranthus starch and the properties of the isolated starches. **LWT - Food Science and Technology**, v. 51, n. 1, p.441-447, 2013.

WANI, A. A.; WANI, I. A.; HUSSAIN, P. R.; GANI, A.; WANI, T. A.; MASOODI, F. A. Physicochemical properties of native and γ -irradiated wildarrowhead (*Sagittaria sagittifolia* L.) tuber starch. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 77, n. 1, p. 360-368, 2015.

WANI, I. A.; JABEEN, M.; GEELANI, H.; MASOODI, F. A.; SABA, I.; MUZAFFAR, S. Effect of gamma irradiation on physicochemical properties of Indian Horse Chestnut (*Aesculus indica* Colebr.) starch. **Food Hydrocolloids**, v, 35, n. 1, p. 253-263, 2014.

WANI, I. A.; SOGI, D. S.; WANI, A. A., GILL, B. S.; SHIVHARE, U. S. Physico-chemical properties of starches from Indian kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars. **International Journal Food Science and Technology**, v. 45, n. 1, p. 2176–2185, 2010.

WANI, I. A.; SOGI, D. S.; HAMDANI, A. M.; GANI, A. BHAT, N. A.; SHAH, A. Isolation, composition, and physicochemical properties of starch from legumes: A review. **Starch/Stärke**, v. 68, n. 9-10, p. 834-845, 2016.

- WANG, L.; XU, J.; FAN, X.; WANG, Q.; WANG, P.; ZHANG, Y.; CUI, L.; YUAN, J.; YU, Y. Effect of disaccharides of different composition and linkage on corn and waxy corn starch retrogradation. **Food Hydrocolloids**, v. 61, n. 1, p. 531-536, 2016.
- WANG, W.; ZHOU, H.; YANG, H.; ZHAO, S.; LIU, Y.; LIU, R. Effects of salts on the gelatinization and retrogradation properties of maize starch and waxy maize starch. **Food Chemistry**, v. 214, n. 1, p.319–327, 2017.
- WATERHOUSE, A. Oxidation of wine phenolics: a critical evaluation and hypotheses. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 57, p. 356-357, 2006.
- WEBER, F. H.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; CHANG, Y. K. Caracterização físicoquímica, reológica, morfológica e térmica dos amidos de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 748-753, 2009.
- WEBER, F. H.; COLLARES-QUEIROZ, F. P.; CHANG, Y. K. Estabilidade de géis de amido de milho normal, ceroso e com alto teor de amilose adicionados de gomas guar e xantana durante o processo de congelamento e descongelamento. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 2, p. 413-417, 2008.
- WONGSAGONSUP, R.; PUJCHAKARN, T.; JITRAKBUMRUNG, S.; CHAIWAT, W.; FUONGFUCHAT, A.; VARAVINIT, S.; DANGTIP, S.; SUPHANTHARIKA, M. Effect of cross-linking on physicochemical properties of tapioca starch and its application in soup product. **Carbohydrate Polymers**, v. 101, n. 1, p. 656–665, 2014.
- WOOD, J. A., KNIGHTS, E. J., CHOCT, M. Morphology of chickpea seeds (*Cicer arietinum* L.): Comparison of desi and kabuli Types. **International Journal of Plant Sciences**, v. 172, n. 5, p. 632-643, 2011.
- XIAO, H., LIN, Q., LIU, G. Q., WU, Y., WU, W., & FU, X. Inhibitory effects of green tea polyphenols on the retrogradation of starches from different botanical sources. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, p. 2177-2181, 2013.
- XU, Y.; SISMOUR, E. N.; NARINA, S. S.; DEAN, D.; Bhardwa, H. L.; LI, Z. Composition and properties of starches from Virginia-grown kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 48, n. 1, p. 539-547, 2013.
- YUSOF, Y. A.; SALLEH, F. S. M.; CHIN, N. L.; TALIB, R. A. The drying and tableting of pitaya powder. **Journal of Food Process Engineering**, v.35, n.5, p.763-771, 2012.
- ZAVAREZE, E. R.; EI HALAL, S. L. M.; EREIRA, J. M.; RADUNZ, A. L.; ELIAS, M. C.; DIAS, A. R. G. Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose. **Brazilian Journal of Food Technology**., v. II, p. 24-30, 2009.
- ZHANG, P.; HAMAKER, B. R. Banana starch structure and digestibility. **Carbohydrate Polymers**, v. 87, n.1, p. 1552-1558, 2012.
- ZHANG, H.; YIN, L.; ZHENG, Y.; SHEN, J. Rheological, textural, and enzymatic hydrolysis properties of chickpea starch from a Chinese cultivar. **Food Hydrocolloids**, v. 54, n. 1, p. 23-29, 2016a.

ZHANG, L.; LI, G.; WANG, S.; YAO, W.; ZHU, F. Physicochemical properties of maca starch. **Food Chemistry**, v. 218, n. 1, p. 56–63, 2017.

ZHANG, Y.; ZHU, K.; HE, S.; TAN, L.; KONG, X. Characterizations of high purity starches isolated from five different jackfruit cultivars. **Food Hydrocolloids**, v, 52, n. 1. p. 785-794, 2016b.

ZHOU, F.; LIU, Q.; ZHANG, H.; CHEN, Q.; KONG, B. Potato starch oxidation induced by sodium hypochlorite and its effect on functional properties and digestibility. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 84, n. 1, p. 410 - 417, 2016.

ZHU, F. Interactions between starch and phenolic compound – Review. **Trends in Food Science e Technology**, v. 43, p. 129-143, 2015.

ZHU, F. Structures, properties, and applications of lotus starches: Review. **Food Hydrocolloids**, v. 63, n. 1, p. 332-348, 2017.

ZHU, F.; BERTOFT, E.; LI, G. Morphological, thermal, and rheological properties of starches from maize mutants deficient in starch synthase III. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 34, p. 6539-6545, 2016.

ZHU, J.; JHANG, S.; ZHANG, B.; QUIAO, D.; PU, H.; LIU, S.; LI, L. Structural features and thermal property of propionylated starches with different amylose/amylopectin ratio. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 97, n1, p. 123–130, 2017.

ZHU, F.; MOJEL, R.; LI, G. Physicochemical properties of black pepper (*Piper nigrum*) starch. **Carbohydrate Polymers**, v. 181, n. 1, p. 986-993, 2018.

ZHU, F.; WANG, Y. J. Rheological and thermal properties of rice starch and rutin mixtures. **Food Research International**, v. 49, n. 2, p. 757–762, 2012.

ZIEGLAR, V.; FERREIRA, C. D.; SILVA, J.; ZAVAREZE, E. R.; DIAS, A. R. G.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M. C. Heat-moisture treatment of oat grains and its effects on lipase activity and starch properties. **Starch/Stärke**, v. 70, n. 1, p. 1-8, 2018.

UFCG - HOSPITAL UNIVERSITÁRIO
ALCIDES CARNEIRO DA
UNIVERSIDADE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EXTRAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO AMIDO DO ENDOCARPO DA PITOMBA NA ELABORAÇÃO DE CATCHUP E NO DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS

Pesquisador: Deise Souza de Castro

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 81805817.3.0000.5182

Instituição Proponente: Centro de Tecnologia e Recursos Naturais - CTRN

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.539.767

Apresentação do Projeto:

Projeto de tese: EXTRAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO AMIDO DO ENDOCARPO DA PITOMBA NA ELABORAÇÃO DE CATCHUP E NO DESENVOLVIMENTO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS;

Resumo conforme autora:

A pitomba (*Talisia esculenta*), que pertence a família Sapindaceae, é um fruto bastante apreciado nas regiões Norte e Nordeste do país. É consumida de forma geral in natura, pois, as opções de aproveitamento da pitomba são insuficientes, uma vez que apresenta baixo rendimento da polpa. Uma forma de utilização do fruto é o aproveitamento da semente, visto que o endocarpo é responsável por mais de 50% do seu peso total. Um dos maiores constituintes de carboidratos encontrados nas sementes, frutos e tubérculos é o amido, bastante utilizado na indústria sob sua forma original ou modificado. Este estudo tem como objetivo obter e caracterizar amido nativo do endocarpo da pitomba. Os frutos de pitomba foram adquiridos no comércio local, submetidos a descascamento manual. Os caroços foram despulpados em solução de NaOH (8%) por 30 minutos, seguido de lavagens consecutivas em

água corrente e neutralização em solução de ácido cítrico (4%) por 30 segundos. A extração do amido dos caroços foi realizada por dois métodos, no primeiro método os caroços foram imersos em solução de metabissulfito de sódio (0,2%) por 72 horas a temperatura de 4 °C, triturados em liquidificador doméstico, filtrado e centrifugado. O segundo método de extração foi realizado por meio de trituração em solução de hidróxido de sódio (0,1%), filtrado e centrifugado. As massas resultantes dos dois métodos de extração foram submetidas à secagem em estufa de circulação de ar sob a temperatura de 50°C. O endocarpo da pitomba e os amidos obtidos foram avaliados quanto aos parâmetros: teor de água (%), atividade de água (aw), cinzas (%), proteína (%), lipídios (%), amido (%) e cor. A partir do resultado das análises foi realizado a escolha do melhor método de extração do amido, o qual foi submetido as análises de teor de amilose, amilopectina, poder de inchamento e índice de solubilidade, capacidade de absorção de água e óleo, claridade da pasta, calorimetria exploratória diferencial, comportamento reológico, microscopia eletrônica de varredura, Isotermas de adsorção de umidade sob as temperaturas de 20 e 30 °C. Para testar a capacidade espessante e estabilizante do amido, foram formulados molhos tipo catchup com proporções (0,5 e 1%) de amido de pitomba e amido comercial, armazenados durante 180 dias sob as temperaturas de 7 e 25 °C, avaliados a cada 30 dias quanto a viscosidade aparente e a sinérese. Os catchups serão submetidos a avaliação sensorial para analisar a aceitação e a intenção de compra de catchups adicionados de amido de pitomba. Serão desenvolvidos revestimentos comestíveis com diferentes proporções de amido de pitomba (1 e 3%), aplicados em mangas “Tommy Atkins” armazenadas sob diferentes temperaturas (5 e 25 °C) por 20 dias, avaliadas a cada 5 dias quanto a perda de massa, variação do diâmetro longitudinal e transversal, cor da casca e da polpa, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez.

Objetivo da Pesquisa:

Extrair amido do endocarpo da pitomba, utilizando-o na elaboração de catchup e no desenvolvimento de revestimentos comestíveis nos frutos de manga.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos segundo a autora:

Práticas inadequadas de fabricação podem conferir um risco de infecção alimentar ou desenvolvimento de alergias nos provadores. No entanto, o pesquisador prestará assistência integral ao participante da pesquisa no que se refere às complicações, reações adversas a saúde e possíveis danos referentes da pesquisa.

Benefícios segundo a autora:

Criar um aproveitamento tecnológico para o fruto da pitomba, e obter um amido mais barato de forma natural que não altere as características do produto a que for adicionado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pitomba (*Talisia esculenta*), que pertence a família Sapindaceae, é um fruto bastante apreciado nas regiões Norte e Nordeste do país. É consumida de forma geral in natura, pois, as opções de aproveitamento da pitomba são insuficientes, uma vez que apresenta baixo rendimento da polpa. Uma forma de utilização do fruto é o aproveitamento da semente, visto que o endocarpo é responsável por mais de 50% do seu peso total. Um dos maiores constituintes de carboidratos encontrados nas sementes, frutos e tubérculos é o amido, bastante utilizado na indústria sob sua forma original ou modificado. Este estudo tem como objetivo obter e caracterizar amido nativo do endocarpo da pitomba

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os seguintes termos foram apresentados:

- Declaração de divulgação dos resultados;
- Declaração de compromisso dos pesquisadores;
- Cronograma;
- Questionário sobre alergias;
- Declaração de ciência da pesquisa;
- Termo de compromisso pesquisadores;
- Orçamento;
- Projeto detalhado;
- TCLE;
- Folha de rosto;
- Ficha de avaliação sensorial.

Recomendações:

Sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto está de acordo com a resolução 466/12, por isso sou de parecer favorável a execução do mesmo.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto aprovado em reunião realizada em 12 de março de 2018.

Continuação do Parecer: 2.539.767

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1047527.pdf	06/03/2018 15:26:04		Aceito
Outros	Fichadeanalisesensorial.pdf	06/03/2018 15:25:21	Deise Souza de Castro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermodeconcentimentoesclarecimentoTCLE_corrigido.pdf	06/03/2018 15:22:31	Deise Souza de Castro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto detese corrigido.pdf	21/02/2018 22:23:07	Deise Souza de Castro	Aceito
Outros	declaracao_de_divulgacao_dos_resultados.pdf	13/12/2017 16:34:37	Deise Souza de Castro	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_de_compromisso.pdf	13/12/2017 16:32:45	Deise Souza de Castro	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_DE_EXECUCAO.pdf	13/12/2017 16:28:24	Deise Souza de Castro	Aceito
Outros	Questionario_sobre_alergias_dos_possiveis_provadores.pdf	13/12/2017 16:27:55	Deise Souza de Castro	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_de_ciencia_da_pesquisa.pdf	13/12/2017 16:26:24	Deise Souza de Castro	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termo_de_compromisso_dos_pesquisadores.pdf	13/12/2017 16:25:52	Deise Souza de Castro	Aceito
Orçamento	Orcamento_Financeiro.pdf	13/12/2017 16:25:27	Deise Souza de Castro	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	13/12/2017 16:13:06	Deise Souza de Castro	Aceito

Situação do Parecer: Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP: Não

CAMPINA GRANDE, 12 de Março de 2018

Assinado por: **Januse Nogueira de Carvalho (Coordenador)**